Deloitte.

Relatório do Ecossistema 5G Brasil

Produto 1 – *Benchmarking* Internacional

Outubro – 2021

Conteúdo

Introdução

Objetivos do relatório

A próxima geração de tecnologia de comunicações móveis 5G trará serviços inovadores para consumidores e empresas. Será também um dos mais importantes motores de inovação e crescimento econômico nas próximas décadas, responsável pela criação de milhares de novos empregos.

Para os consumidores que dependem de conectividade confiável para atividades como o trabalho e a educação, o 5G será capaz de suportar milhões de dispositivos em velocidades ultrarrápidas, transformando a vida das pessoas ao oferecer uma experiência de uso similar a redes fixas de fibra óptica.

As indústrias com redes 5G poderão liderar a transformação na Indústria 4.0 pela capacidade de processar dados com rapidez, além de oferecer melhorias de eficiência e eficácia em suas operações diárias. Nos setores de Saúde e Segurança o 5G permitirá respostas em tempo real para missões críticas, como apoio às operações de busca e salvamento com drones — que precisam transmitir grandes quantidades de dados — e a possibilidade de que médicos consultem virtualmente procedimentos de cirurgias. Uma transmissão de dados mais rápida e eficiente também trará benefícios para a agricultura de precisão, como o aumento do rendimento das colheitas.

Com a finalidade de preparar o ecossistema 5G no Brasil e acelerar a adoção de tecnologia, o Ministério da Economia do governo brasileiro em conjunto o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) identificaram a necessidade de formular políticas públicas que auxiliem o desenvolvimento de *software*s para a tecnologia 5G. Como parte deste estudo, o Relatório 5G Brasil – *Benchmarking* Internacional tem como objetivo avaliar as melhores práticas adotadas nos países referências em 5G e inovação. Esse registro foi realizado entre julho e agosto de 2021 utilizando pesquisas primárias e secundárias. O estudo não é exaustivo, mas consegue ilustrar de forma pragmática e relevante a realidade dos países analisados.

Seleção de países para *benchmarking* internacional

Como passo inicial para entender quais países são os mais representativos para referência de *benchmark* foi realizada uma classificação considerando critérios de maturidade em inovação e em 5G.

Para o critério de nível de maturidade em 5G foram analisados diferentes aspectos quantitativos e qualitativos sobre a situação da implementação da tecnologia 5G em cada país, incluindo o estágio do leilão, a quantidade de testes realizados, a quantidade de operadoras com operação em 5G, o percentual do território coberto, a presença de empresas fortes na tecnologia do 5G, o cenário de *softwares*, dentre outros.

Para critérios de inovação utilizou-se como base ranqueamentos internacionais de inovação como o *Bloomberg Innovation index*[1], de 2021, e o *Global Innovation index*[2] que consideram aspectos como a atividade de patentes, a concentração de pesquisadores, a educação de nível superior, a concentração de empresas de tecnologia, o índice de produtividade, o percentual da manufatura de alto valor agregado no PIB e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

[1]*Bloomberg Innovation index:* https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-08-12/world-third-busiest-port-partly-shut-due-to-covid-outbreak
[2]*Global Innovation index:* https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/

Figura 1: Países Considerados e Selecionados para *Benchmarking* Internacional

A partir da lista de países pré-selecionados (Figura 1) foram escolhidos 10 países de diferentes grupos (circulados em amarelo) para compor uma análise de *benchmarking* internacional plural e variada, de modo que as informações levantadas permitissem análises de diferentes aspectos relacionados ao 5G que serão valiosos ao longo da construção dos relatórios posteriores. Além disso, foram selecionados dois países para uma análise de menor profundidade (circulados em laranja).

A Figura 2 apresenta uma tabela com a descrição de cada grupo de país e as principais informações que serão levantadas acerca de cada um deles.

Figura 2: Lista de Países Selecionados Agrupados por Categoria

Grupo		Descrição do grupo	Exemplos de pontos a serem explorados	
A	Coreia do Sul Japão China	Composto por **países promotores do 5G**, que estão na vanguarda dessa tecnologia	• Políticas públicas de incentivo ao 5G • Papel do setor privado no incentivo e desenvolvimento do 5G • Papel de atores do ecossistema do 5G • Desafios para a expansão do 5G para todo o mundo • Aprendizado sobre o desenvolvimento de aplicações para uso do 5G • Detalhamento sobre nível de adoção do 5G • Perspectivas futuras de curto, médio e longo prazo	• Aprendizados para a adoção do 5G em países promotores da tecnologia
B	Alemanha Israel Suécia EUA Irlanda[1] Reino Unido	Representa os países **pioneiros na adoção do 5G** e que estão no **top 20 em inovação** no mundo		• Aprendizados para a adoção do 5G em países inovadores • Perspectivas para desenvolvimento de tecnologia própria do 5G
C	Rússia[1]	Representa países com **características de inovação semelhantes a do Brasil**, porém **pioneiros na adoção do 5G**		• Aprendizados para a adoção do 5G em países menos inovadores e com características socioeconômicas semelhantes ao Brasil
D	Índia Colômbia	Composto por países com **características de inovação e adoção de 5G semelhantes ao Brasil**		• Principais dificuldades enfrentadas para a preparação da chegada do 5G • Impacto de ecossistema avançado de desenvolvimento de *softwares* no 5G

Estrutura do relatório

O relatório é composto por uma seção de introdução (esta seção) e uma seção para cada país analisado. Dentro da seção de cada país há 5 subseções principais:

- **Informações gerais:** Dados demográficos, políticos, macroeconômicos e de tecnologia para permitir que as análises realizadas nas outras subseções sejam contextualizadas e comparadas de forma justa e clara;
- **Resumo executivo:** Principais conclusões obtidas durante a análise de cada um dos países de modo a apresentar uma visão sumarizada ao leitor em apenas uma página;
- **Situação atual do 5G:** Informações acerca do estado atual de implementação do 5G, incluindo status dos leilões de banda, testes realizados, cobertura atual do 5G no país, dentre outros, para uma visão de como o 5G evoluiu ao longo dos últimos anos e como se encontra neste momento;
- **Ecossistema de inovação e 5G:** Informações acerca dos principais elementos que compõem o ecossistema de 5G como um todo, incluindo órgãos reguladores, entidades de fomento à inovação e ao desenvolvimento de tecnologia, universidades, empresas de telecomunicações, empresas de tecnologia de grande porte, de médio porte, e *startups* relacionadas ao 5G ou à tecnologia como um todo, incluindo *hardware* e *software* de aplicação do 5G, dentre outros, com o objetivo de permitir o entendimento de como esses diferentes elementos se conectam;
- **Políticas públicas:** Levantamento das principais políticas adotadas por cada um dos países para incentivar os diferentes elementos do ecossistema do 5G e os impactos da adoção dessas políticas.

Resumo do Benchmarking Internacional

Resumo dos países analisados

Ao analisar os 12 países do *benchmarking* internacional percebe-se que o sucesso no 5G é em função de aspectos culturais, econômicos, políticos, geográficos, tecnológicos, dentre outros.

Para evoluir em um tema complexo como o 5G diversos atores do ecossistema precisam trabalhar em harmonia, incluindo órgãos governamentais, agências reguladoras, fundos de investimento privados e públicos, empresas de todos os portes e de diferentes segmentos, *startups*, incubadoras e universidades. Dentro da realidade de cada país, diferentes atores se destacam no desenvolvimento de infraestrutura e aplicações do 5G, incluindo *hardware* e *software*, o que torna mais interessante olhar em detalhe a situação de cada país ou região para coletar aprendizados úteis no desenvolvimento do 5G no Brasil.

Os países asiáticos (Coreia do Sul, Japão e China) são os líderes globais no 5G, considerando aspectos como presença de infraestrutura já instalada, público com acesso amplo à tecnologia e desenvolvimento local de tecnologia e de soluções. Um ponto em comum nesses três países é a forte presença do governo em todo o ecossistema do 5G, seja com investimentos diretos; gestão de recursos; coordenação do desenvolvimento de tecnologia, unindo entidades privadas e universidades; incentivos fiscais; ou com a criação de políticas que facilitem o trabalho daqueles que atuam no setor. Desta forma, o desenvolvimento foi rápido e efetivo, mas fortemente dependente das capacidades das empresas locais, com pouca dependência de tecnologia estrangeira.

O restante dos países apresenta situações diversas, com diferentes elementos do ecossistema se sobressaindo, resultando em situações específicas com desafios próprios.

Os Estados Unidos são um exemplo de um país tradicionalmente com postura liberal, pouco intervencionista e de atuação global, e isso se reflete diretamente na sua atuação com o 5G. O governo americano não participa diretamente do incentivo ao desenvolvimento do 5G no país, papel este assumido pelas empresas locais (especialmente as *big techs*). Por outro lado, a administração americana atua fortemente na esfera geopolítica para proteger o mercado da influência chinesa e coordenar ações globais (como o *Open RAN*) para reduzir a dependência de atores específicos.

Outro exemplo é o Reino Unido, um dos países mais fortes no início do desenvolvimento do 5G, mas que perdeu seu ritmo recentemente. Um dos aspectos mais característicos de seu ecossistema de 5G é a grande participação das universidades no desenvolvimento de tecnologia e aplicações da tecnologia, geralmente em parcerias com empresas locais de médio porte e com o incentivo e coordenação do governo. Desta forma, a região é capaz de explorar uma de suas principais forças, o ambiente acadêmico desenvolvido, para impulsionar o 5G e a indústria local.

Já a Alemanha é um exemplo importante em redes privadas de 5G. Foi o país que mais investiu e incentivou essa prática, com resultados positivos ao trazer grandes empresas de diversos setores para o ecossistema de 5G e incentivar que elas desenvolvam soluções ou invistam em empresas locais para acelerar esse desenvolvimento.

Para as *startups,* três países se destacam, apesar de realidades socioeconômicas bastante distintas: Suécia, Israel e Colômbia. Israel costuma ser um país bastante particular por conta de questões geográficas, climáticas, políticas e econômicas, e para o 5G o ecossistema se apoia principalmente na grande quantidade de *startups* locais, alimentadas pela alta quantidade de investidores e de órgãos públicos de incentivo a essas empresas. Algo

semelhante ocorre na Suécia. Além da presença de um dos principais atores globais do 5G (Ericsson), o país tem um ambiente econômico e político tradicionalmente favorável à inovação e às *startups*, que surgem como importante peça no desenvolvimento das soluções e aplicações que o 5G pode proporcionar. Já a Colômbia tem uma situação socioeconômica menos avançada em relação à Suécia e Israel, o que faz com que a situação atual do 5G seja ainda incipiente. No entanto, sua cultura de inovação e a presença de centros de incentivo e de fundos de investimentos voltados a *startups* fazem com que o país tenha um potencial grande de desenvolvimento de tecnologia (especialmente *software*), que será desbloqueado assim que as condições políticas e econômicas permitirem o avanço do 5G.

De todos os países analisados, a Índia é o que tem condições socioeconômicas menos favoráveis, o que impacta fortemente no estado atual do 5G e nas perspectivas futuras, já que até mesmo o 3G e o 4G não foram apropriadamente difundidos até hoje. O governo não possui políticas relevantes de investimentos diretos ou incentivos fiscais específicos para o 5G e costuma beneficiar empresas locais de tecnologia — o que por um lado promove as fortes empresas de *software* locais, mas por outro, tem a possibilidade de criar um efeito colateral semelhante a uma reserva artificial de mercado, com riscos de aumento de custos e diminuição de qualidade.

Por fim, analisamos também a Rússia e a Irlanda. A Rússia, após pressão interna dos players de Telecom, aceitou que parte da infraestrutura viesse de fora do país. Mas, ao mesmo tempo, o governo oferece incentivos financeiros às empresas que desenvolvam tecnologia localmente, apesar de não ter programas significativos focados no 5G. Já a Irlanda tem um cenário de *startups* muito bem desenvolvido, com diversas políticas públicas de incentivo financeiro e de apoio/coordenação das atividades dessas empresas. Isto facilita o desenvolvimento local de tecnologia, especialmente *software*, por mais que seja um país de dimensões menores.

Nota-se ainda o papel de cooperações regionais como a União Europeia. Suas políticas equitativas e não discriminatórias têm conseguido dar protagonismo a países com economias de tamanhos diferentes, como Portugal e Irlanda em seus centros de excelência de telecomunicações e *software,* respectivamente.

Lições Aprendidas

A partir dos fatos apresentados acima pode-se dizer que não há apenas um caminho para se desenvolver o 5G, mas diversas formas que geralmente envolvem alavancar os elementos do ecossistema já existentes para atingir um resultado rápido e sólido.

Em países como os asiáticos, atualmente considerados líderes no avanço tecnológico do 5G, percebe-se que ações do governo visam incentivar os atores mais fortes tendem a ser positivas, uma vez que esses atores são capazes de garantir o desenvolvimento nacional do 5G e alcançar escala de competitividade global. Esta estratégia de apoio aos grandes *players,* por outro lado, não costuma ser acompanhada de incentivos para empresas de menor porte.

No caso de países que não estão na liderança tecnológica do 5G, mas com condições econômicas avançadas, existem diversas maneiras de se acelerar o desenvolvimento do 5G, e a escolha da melhor delas depende de aspectos específicos dos diferentes elementos do ecossistema. Em países com um ambiente propício ao empreendedorismo, os governos podem incentivar *startups* e fundos de investimento para que essas empresas liderem a inovação. Já em países com um cenário acadêmico robusto, pode-se aproveitar essa força e implementar centros de desenvolvimento que reúnam universidades e empresas privadas para trabalhar em projetos guiados pelo setor público.

Nos casos em que o governo não é capaz de realizar grandes investimentos no incentivo de grandes empresas e *startups* ou na criação de centros de inovação vinculados a universidades, é necessário ao menos que se criem estratégias de curto, médio e longo prazos bem definidas para coordenar e incentivar o setor privado a trabalhar em uma direção clara e coerente. Por exemplo, para Colômbia, parece haver uma correlação entre pouca capacidade de investimentos e falta de coordenação estratégica por parte do governo — por mais que haja um cenário interessante de *startups* e outras entidades privadas.

Ao longo do projeto uma análise profunda do ecossistema brasileiro será realizada e, a partir dela e das comparações com outros países, será possível identificar a melhor maneira de alavancar as forças do Brasil e contornar os desafios encontrados por aqui.

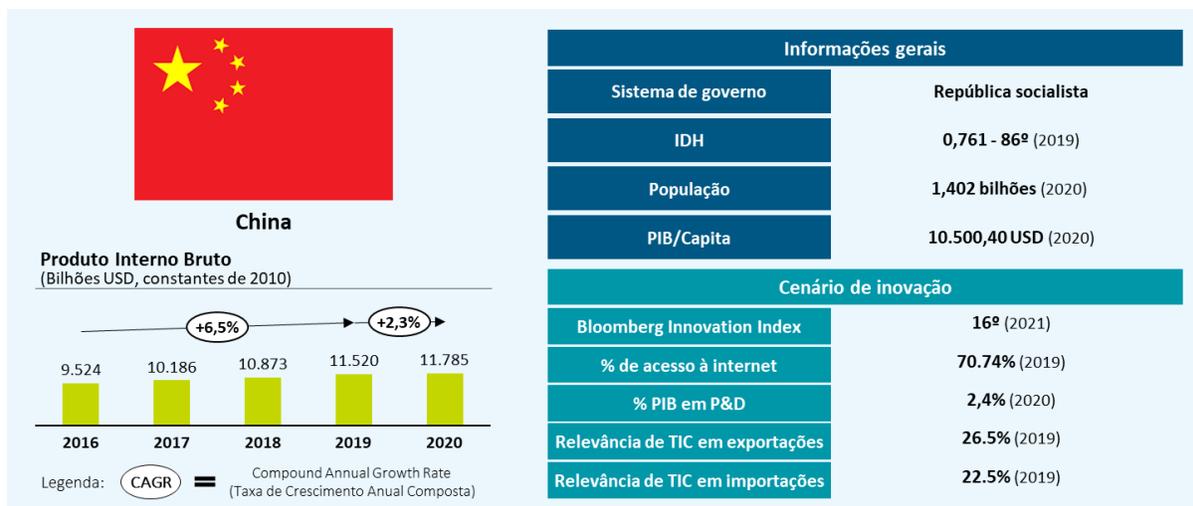
Tabela Comparativa de Informações Socioeconômicas e de Tecnologia

A Tabela 1 apresenta de forma consolidada e comparativa alguns dos principais indicadores gerais e do cenário de inovação de cada um dos países analisados no estudo.

Tabela 1: Comparação dos indicadores gerais e do cenário de inovação

	Informações Gerais				Cenário de Inovação				
	PIB (Bilhões USD) 2020	**IDH** 2019	**População** (milhões) 2020	**PIB/Capita** (USD) 2020	**Bloomberg Innovation Index** 2021	**% de acesso à internet** 2019	**% PIB em P&D** 2018	**% de TIC em exportações** 2019	**% de TIC em importações** 2019
China	11.785	0,761	1.402	10.500	16º	70,74%	2,4%	26,5%	22,5%
Coreia do Sul	1.469	0,916	52	31.489	1º	96,16%	4,6%	25,8%	15,9%
Japão	6.187 (2019)	0,919	126	40.113	12º	92,73%	3,6%	8,0%	12,2%
EUA	17.709	0,926	329	63.544	11º	88,49%	2,8%	12,9%	8,7%
Alemanha	3.751	0,947	83	45.724	4º	88,13%	3,1%	4,9%	8,4%
Reino Unido	2.628	0,932	67	40.285	18º	92,51%	1,7%	4,0%	7,6%
Suécia	580	0,945	10	51.926	5º	94,49%	3,3%	6,2%	9,0%
Israel	312	0,919	9	43.611	7º	86,78%	4,9%	9,9%	8,8%
Índia	2.707	0,645	1.380	1.901	50º	20,08%	0,7%	2,0%	9,5%
Colômbia	368	0,767	51	5.333	-	65,01%	0,2%	0,27%	9,9%
Rússia	1.727	0,824	144	10.127	24º	82,64%	1,0%	0,5%	9,4%
Irlanda	406	0,955	5	83.812	17º	84,52%	1,1%	8,8%	9,7%

China

Informações Gerais

Resumo Executivo

A China está na vanguarda das implementações da tecnologia 5G, tendo cerca de 70% das estações rádio base do mundo. A China adotou um modelo de concessão para as bandas de espectro 5G distribuindo as frequências para quatro grandes operadoras do país (China Mobile, China Unicom, China Telecom e China Broadcasting Network).

Por ser um país extenso, seu governo optou por trabalhar a implementação do 5G em duas ondas: a primeira, focada na ampliação da cobertura e popularização do serviço, e a segunda, na qual o país começa a direcionar seus esforços para o aprimoramento da velocidade e qualidade das conexões. Além da infraestrutura avançada, a China é um grande desenvolvedor e produtor de novas tecnologias 5G.

O ecossistema 5G do país é composto principalmente por quatro principais componentes:

- Governo: principalmente através Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação da China (MIIT), que regula e incentiva o avanço da tecnologia no país;
- *Big techs*: participam ativamente do ecossistema, investindo em laboratórios de desenvolvimento, lançamento de aplicações e investimentos em *startups* através de seus fundos de capital de risco;
- Operadoras de telecomunicações: além de construírem a infraestrutura no país, promovem o desenvolvimento com foco na estratégia 5G+ do governo chinês;
- Fornecedores de equipamento: Constroem um ecossistema interdependente, reunindo e fomentando discussões entre diversos elos do ecossistema, incluindo clientes e atores minoritários.

Além do governo, operadoras e fornecedores de equipamentos, associações de diversas empresas do ecossistema criam laboratórios de inovação que fomentam o desenvolvimento de novas tecnologias. Alguns exemplos incluem o 5GSA XuanYuan Lab, um laboratório de inovação voltado para o desenvolvimento de tecnologias utilizando o *network slicing* do 5G, e o laboratório da parceria entre ZTE e a Academia Chinesa de Tecnologia da Informação e Comunicação (CAICT), que tem como objetivo melhorar a eficiência operacional da indústria.

A estratégia do governo chinês é baseada principalmente em planos quinquenais. O atual 14º plano quinquenal da China (2021-2025) aborda diversos aspectos relacionados ao foco na liderança e desenvolvimento de novas tecnologias. O 5G, como um grande habilitador da inovação tecnológica, tem como objetivo uma penetração de 56% no país nesse período de 5 anos.

O "Plano de ação de navegação com aplicação 5G (2021-2023)", lançado em julho de 2021, é uma proposta do governo para incentivar o uso do 5G no campo das indústrias verticais, integrando mais tecnologia na cadeia produtiva. O plano indica abrir a cadeia de inovação e de fornecimento industrial de aplicações 5G; cooperar para promover a integração tecnológica, industrial, de dados e padrões; criar novos produtos, formas de negócios e modelos de aplicação de integração 5G; e dar suporte sólido para a transformação digital, atualização inteligente e inovação de integração em vários campos econômicos e sociais.

Para trazer a estratégia em ações reais com impacto para o ecossistema, o MIIT vem publicando diversos programas e políticas de incentivo. Como exemplo há o Plano de Promoção do Programa 512 da Internet Industrial 5G+ e a Circular Sobre a Aceleração do Desenvolvimento 5G, que definem setores e áreas de ação na qual governos, empresas e investidores devem focar seus esforços. Além disso, o governo também anunciou a criação de cinco novas áreas de inovação no país, com diferentes focos que vão desde o desenvolvimento de inteligência artificial na manufatura até o desenvolvimento em aspectos médicos e financeiros.

Além das políticas do país, grandes cidades chinesas como Pequim, Shanghai, Shenzhen e Hangzhou formulam estratégias para promover o desenvolvimento e aplicação do 5G. Dentre elas, Shenzhen é um caso de sucesso, pois ofereceu diversos subsídios para a implementação da infraestrutura com metas cumpridas até agosto de 2020, tornando-a a primeira cidade na China com cobertura 5G. Agora a cidade incentiva a introdução e desenvolvimento de indústrias 5G.

Portanto, podemos dizer que a China é um país em que seu governo, em todos os níveis, tem um grande papel no incentivo e fomento à implementação e adoção da tecnologia 5G, oferecendo desde incentivos financeiros até a criação de comunidades e centros de discussão e desenvolvimento do 5G. Grandes empresas como as operadoras de telecomunicações e fornecedores de equipamentos estão alinhadas com a estratégia do governo e agem de forma ativa para agilizar o desenvolvimento do 5G no país.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O MIIT realizou uma concessão para as bandas do espectro 5G em dezembro de 2018. As operadoras de telecomunicações do país receberam o espectro nas bandas de 2,5 GHz, 3,5 GHz e 4,8 GHz (n41, n78 e n79 respectivamente). O MIIT está considerando a alocação do espectro *mmWave* 5G (24,75 – 27,5 GHz, 37 – 42,5 GHz) em breve, embora nenhuma data oficial tenha sido anunciada ainda. A Tabela 2 resume as faixas concedidas e as operadoras[3].

[3] Leilões de 5G na China: https://www.everythingrf.com/community/5g-frequency-spectrum-in-china

Tabela 2: Resumo do status do leilão de frequências 5G na China

Banda	Frequência	*Status* do leilão	Operadora
n41	2.515 - 2.675 GHz	Concedida	China Mobile
n78	3.4 - 3.5 GHz	Concedida	China Telecom
n78	3.5 - 3.6 GHz	Concedida	China Unicom
n79	4.8 - 4.9 GHz	Concedida	China Mobile
n258	24.75 - 27.5 GHz	A ser concedida	-
n260	37 - 40 GHz	A ser concedida	-
n259	40 - 42.5 GHz	A ser concedida	-

Apenas quatro operadoras – China Mobile, China Unicom, China Telecom e a China Broadcasting Network – atualmente têm acesso a licenças de espectro. A China Mobile lançou seu serviço 5G no final de 2019, enquanto as demais começaram a implementar o 5G em 2020. Em abril de 2020 a China Telecom, em parceria com a Spirent Communications, concluiu com êxito um teste de rede 5G *Standalone* (SA) conduzindo a verificação da função do sistema de ponta a ponta e interoperabilidade para implementação em escala. A China Unicom e a China Telecom devem lançar redes 5G SA até o final de 2021.

A China possui 961.000 estações rádio base de 5G, das quais 190.000 foram construídas no primeiro semestre de 2021. O número de conexões de terminais 5G na China atingiu 365 milhões, e as remessas de telefones 5G na China aumentaram para 128 milhões de unidades. O país tem 70% das estações rádio base 5G do mundo e a maior cobertura de 5G[4], tendo atingido 574 cidades até março de 2021[5].

Casos de uso da tecnologia 5G

Diversos casos de uso do 5G foram divulgados, em especial no combate à pandemia da Covid-19. Alguns exemplos podem ser encontrados a seguir:[6]

- No centro epidêmico de Wuhan, as três grandes operadoras da China, China Mobile, China Unicom e China Telecom, instalaram estações rádio base 5G para fornecimento de conexão a dois hospitais de campanha estabelecidos pelo governo. As três operadoras transmitiram a construção dos dois hospitais ao vivo por 5G usando câmeras de realidade virtual de alta definição e 360 graus, atraindo mais de 150 milhões de espectadores online. Este caso de uso de eMBB e URLLC foi replicado em mais duas ocasiões: a transmissão ao vivo da chegada de voluntários e doações no Aeroporto Internacional de Wuhan Tianhe e a transmissão em realidade virtual em grande escala de festivais de flores de cerejeira em toda a China;
- Frente às restrições da pandemia, os dispositivos 5G assumiram serviços que normalmente exigiriam pessoas. O fabricante de drones agrícolas XAG Co. e a Huawei converteram 2.600 robôs e drones inteligentes em pulverizadores de desinfetante, um caso de uso 5G mMTC. O fabricante de robôs

[4] Representatividade da estrutura chinesa de 5G em relação ao mundo: https://www.globaltimes.cn/page/202107/1228513.shtml
[5] Número de cidades cobertas pelo 5G chinês: https://on5g.es/en/china-and-korea-see-5g-as-the-great-engine-of-their-economy-in-this-decade/
[6] Casos de uso de 5G na China ligados ao Covid-19: https://www.gsma.com/greater-china/wp-content/uploads/2021/02/5G-Use-Cases-for-Vertical-China-2021-EN.pdf

CloudMinds também doou robôs 5G para hospitais em Wuhan para auxiliar nas consultas, desinfecção, limpeza e entrega de medicamentos;

- Os robôs 5G também encontraram uso em vigilância inteligente. A China Mobile implementou nas principais cidades da China robôs 5G de imagem térmica que podiam fazer medições rápidas e sem contato da temperatura corporal dos cidadãos, além de soar um alarme e transmitir dados às autoridades ao detectar temperaturas anormais. A China Telecom lançou uma solução semelhante em seguida, acrescentando câmeras de alta resolução para identificar pessoas que não usam máscaras em locais públicos;
- Casos de uso do URLLC 5G como a implementação de veículos autônomos ajudaram a minimizar o contato humano e o risco de transmissão de doenças. Os gigantes da tecnologia JD.com e Baidu usaram veículos não tripulados para transportar suprimentos médicos e entregas. As empresas de entrega de alimentos e comércio eletrônico Meituan Dianping e Suning.com também usaram carros sem motorista para entregar mercadorias aos residentes em quarentena;
- As capacidades do 5G eMBB e URLLC possibilitaram a médicos na China diagnosticar pacientes situados a quilômetros de distância. A China Telecom e a ZTE conduziram o primeiro diagnóstico remoto 5G da China de Covid-19 entre o hospital da China Ocidental e o centro clínico de saúde pública de Chengdu da Universidade de Sichuan. Todas as três operadoras seguiram com o desenvolvimento de serviços semelhantes de consultoria e diagnóstico 5G remotos em vários hospitais na China;
- A China Telecom aumentou o nível de telessaúde 5G ao realizar com sucesso um ultrassom remoto entre o hospital popular de Zhejiang em Hangzhou e o Hospital Popular de Tongxiang. O procedimento envolveu a operação remota de um braço robótico e a entrega de imagens de ultrassom de alta definição de até 2 GB em tempo real.

Desafios para a implementação do 5G

Sendo grande desenvolvedor e produtor das novas tecnologias 5G, além de ter um governo com capacidade de investimento e uma estrutura política que agiliza a execução de planos, o grande desafio para a implementação do 5G na China foi sua grande extensão territorial. No entanto, mesmo esse desafio começa a ficar para trás com a rápida implementação de infraestrutura. Atualmente, o foco do governo está mudando de ampliar a cobertura e popularizar o serviço para aprimorar a velocidade e qualidade da conexão.[7]

Huawei

A Huawei é uma companhia chinesa e uma das principais fornecedoras de tecnologia 5G no mundo. Ela é a fornecedora líder de equipamentos de telecomunicações da China, tendo ganho metade dos contratos para equipamentos de rede 5G da China Mobile, por exemplo[8]. A empresa é parte essencial do programa chamado de Rota da Seda Digital, parte do mais amplo programa *Belt and Road Initiative,* que visa integrar os setores de telecomunicações, novos aparelhos digitais e *e-commerce* e levar a China à posição de líder tecnológica e exportadora de infraestrutura digital.

---

[7] Foco atual da política do 5G na China: http://www.xinhuanet.com/english/2021-04/19/c_139891198.htm
[8] Infraestrutura e cobertura 5G China:
http://english.www.gov.cn/news/topnews/202107/25/content_WS60fca12bc6d0df57f98dd886.html

Apesar de sua liderança no desenvolvimento tecnológico do 5G, a Huawei tem restrições de atuação em alguns países por supostas alegações de que os equipamentos possuam *backdoors* ou outros dispositivos que ameacem a segurança nacional. Existem também limitações impostas à Huawei para compras de *hardware* e *software* de outros países*,* como por exemplo alguns dispositivos eletrônicos (*chipsets*) e o sistema operacional Android para s*martphones*.

A Huawei tem buscado responder a algumas dessas preocupações com ações como a abertura de laboratórios para testes dos seus equipamentos. A empresa passou também a desenvolver mais *software*, em parte para substituir os produtos que eram licenciados de outros países. A partir de 2017, a companhia entrou no negócio de *cloud*, com um primeiro ponto de presença no Brasil em 2019.

Em 2021, as soluções 5G da Huawei são do tipo ‘*end-to-end*’, em contraste com proposições de arquiteturas desagregadas como o *Open RAN*. A evolução do conjunto de variáveis de tecnologia e geopolítica nos próximos anos será crucial para determinar a penetração dos equipamentos da Huawei no ecossistema de 5G.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

O ecossistema de inovação na China tem dois principais atores que influenciam: o governo e as grandes corporações (*big techs*).

O papel do governo no ecossistema é de regular e estimular a inovação eficiente, aumentar a produtividade e construir um sistema econômico moderno. As *big techs* têm a função de investir e compartilhar conhecimentos de gestão e técnicos.

Dentre as *big techs*, as BATs (Baidu, Alibaba e Tencent) são as três principais empresas que fornecem aplicações web na China. Pioneiras com trajetórias distintas, elas têm algumas características similares que as ajudaram a crescer. As BATs surgiram nos anos 90 e início dos anos 2000 em um contexto em que elas tiveram três principais vantagens para crescer[9]:

- Todas foram fundadas com investimentos de empresas de capital de risco internacionais: a Baidu por empresas de capital de risco no Vale do Silício, Integrity Partners e Peninsula Capital, a Alibaba por uma equipe de investimento estrangeira liderada pela Goldman Sachs, e a Tencent pelo PCCW de Hong Kong e pelo IDG de Boston.
- Beneficiaram-se do protecionismo do governo chinês, principalmente através do “Projeto Escudo Dourado”, dispositivo que serviu como certa blindagem econômica para o Estado reservar seu mercado interno para os atores que cresciam no país. Além disso, este enorme mercado doméstico também se tornou cada vez mais lucrativo, em conjunto com o crescente poder econômico da China.
- As BATs também tiveram um forte apoio político do governo chinês indiretamente, especialmente pelo foco persistente no desenvolvimento das TICs, consideradas durante as últimas três décadas uma indústria-foco que lideraria o desenvolvimento econômico do país. Além disso, houve também o incentivo à formação de pessoas qualificadas como engenheiros e cientistas de dados que ajudaram na estruturação e crescimento dessas empresas.

---

[9] Gigantes de tecnologia chineses: https://www.kas.de/documents/288143/4843367/panorama_digital_asia_v3b_HongShen.pdf/a21ab7b9-8e37-acfa-19a3-955a5881088f

Atualmente grande parte das empresas de capital de risco corporativas chinesas são afiliadas às *big techs* da China, como as BATs[10], investindo em *startups,* fornecendo experiência e orientações a elas.

O problema desse ecossistema de inovações é a aproximação das novas *startups* a esses grupos e a consequente adoção de algumas características em comum, como por exemplo utilizar apenas a plataforma de pagamentos da empresa corporativa que investiu na nova *startup*, centralizando toda a inovação em poucos grupos e inibindo a diversificação.

Em 2021, o governo aprovou leis mais estritas de privacidade de dados[11], a PIPL (*Personal Information Protection Law*), e abriu diversos processos de antitruste contra as grandes empresas de tecnologia, como a Alibaba, Tencent e a Didi Chuxing[12], que geraram rumores de uma tentativa do governo chinês de uma redução de poder das *big techs*. Essas leis, consideradas por especialistas como rigorosas, são comparáveis às leis europeias de proteção de dados. Um item que se destaca é a coleta de dados de cidadãos chineses para compartilhamento desses dados para fora do país.

O governo chinês reconhece um atraso no desenvolvimento e capacitação técnica em comparação com países do Ocidente, e manteve um ambiente liberal para empresas nacionais, atrasando a regulação em geral no país. Isso beneficiou o crescimento acelerado das empresas chinesas, fazendo com que a China conseguisse reduzir parte dessa diferença técnica.

Recentemente, observa-se que o governo começa a abrir mão desse liberalismo para aumentar a regulação, mesmo com altos custos financeiros, para criar um ambiente mais controlado e seguro, garantindo que o governo chinês tenha clareza sobre quais dados as empresas e investidores estrangeiros recebem sobre o mercado chinês.

O governo, através do MIIT e do *State Radio Regulation of China* (SRRC), regulamenta o ecossistema de telecomunicações e 5G. O governo também cria incentivos e políticas para fomentar o desenvolvimento e direcionar os investimentos para agilizar o desenvolvimento do 5G no país.

As *big techs* apoiam o ecossistema desenvolvendo tecnologias, criando laboratórios de inovação e investindo no desenvolvimento de aplicações e *startups*, integrando mais serviços às suas plataformas:

- A Alibaba criou o Alibaba XG Lab em 2019 na DAMO (Discovery, Adventure, Momentum and Outlook) Academy, seu centro de pesquisas, para desenvolver aplicações da tecnologia 5G;
- A Baidu investe na criação de táxis-robôs e seu aplicativo Apollo Go Robotaxi que permite solicitar um táxi autônomo por meio de um aplicativo;
- A BYD lançou o Han EV, um veículo elétrico equipado com o sistema 5G HiCar da Huawei, alavancando a expertise da parceira no 5G para entregar um carro autônomo.

Dentro do ecossistema de 5G, além do governo e das *big techs*, as operadoras de telecomunicações e fornecedores de equipamentos ganham relevância na liderança do desenvolvimento da tecnologia no país.

As operadoras de telecomunicação China Mobile, China Unicom e China Telecom, além de construírem a infraestrutura no país, promovem o desenvolvimento com foco na estratégia 5G+ do governo chinês:

---

[10] Capital de risco corporativos na China: https://sites.law.berkeley.edu/thenetwork/2021/03/18/the-changing-role-of-chinas-corporate-venture-capitalists-from-monopolization-to-decentralization/
[11] Lei de privacidade de dados: https://www.wsj.com/articles/china-passes-one-of-the-worlds-strictest-data-privacy-laws-11629429138
[12] Antitruste contra *big techs* chinesas: https://www.ft.com/content/baad4a14-efac-4601-8ce4-406d5fd8f2a7

- Cooperam com mais de 30 parceiros como China Poly, Shanghai Zhenhua Heavy Industries, China Coal Science and Industry, Huawei, Alibaba, China Digital, Hikvision e Inspur Group, para construir conjuntamente um novo ecossistema 5G no campo de serviços governamentais e empresariais;
- Promovem a construção de uma aliança digital da indústria 5G através de cooperações estratégicas, de pesquisa e desenvolvimento;
- Lideram a implementação de centros de inovação conjuntos do ecossistema com foco nos campos de transporte inteligente, entretenimento em vídeo, energia, industrial, cidade inteligente, educação, inteligência artificial, robótica e saúde;
- Desenvolvem testes e projetos em aplicações como drones, realidade virtual e aumentada, aplicações de vídeo, robótica em nuvem, acelerando a inovação e integração do 5G pela sociedade.

Os fornecedores de equipamento como Huawei e ZTE cooperam com clientes, parceiros, desenvolvedores, alianças industriais e organizações reguladoras para construírem um ecossistema interdependente. A Huawei, por exemplo, tem relacionamento com 211 das 500 maiores empresas do mundo e construiu aplicações e estudos detalhados nas áreas de cidade inteligente, finanças, energia, transportes e outros.

Além do governo, operadoras e fornecedores de equipamentos, associações de diversas empresas do ecossistema criam laboratórios de inovação que fomentam o desenvolvimento de novas tecnologias, como por exemplo:

- Em fevereiro de 2021, Huawei, China Unicom, China Mobile, China Telecom, Digital Domain, China Sports Media, Gree, TD Tech, AsiaInfo, e outros membros da *5G Slicing Association* (5GSA) anunciaram a criação do 5GSA XuanYuan Lab, um laboratório de inovação voltado para o desenvolvimento de tecnologias utilizando o *network slicing* do 5G, com testes e padrões e aplicações comerciais. O XuanYuan Lab estabeleceu três centros de inovação: o centro de inovação tecnológica, o centro de integração de ponta a ponta e o centro de demonstração de serviços, que serão fundamentais para agilizar a implementação técnica, verificação e integração de ponta a ponta e demonstração de resultados para clientes de diversas indústrias[13].
- Em março de 2021, a ZTE e a CAICT criaram um laboratório de inovação dedicado principalmente a tecnologias de informação e comunicação. O laboratório tem como objetivo realizar treinamento técnico completo, consultoria padrão e serviços de avaliação de testes, melhorando a eficiência operacional dos clientes da indústria e satisfazendo suas exigências personalizadas e diversificadas[14].

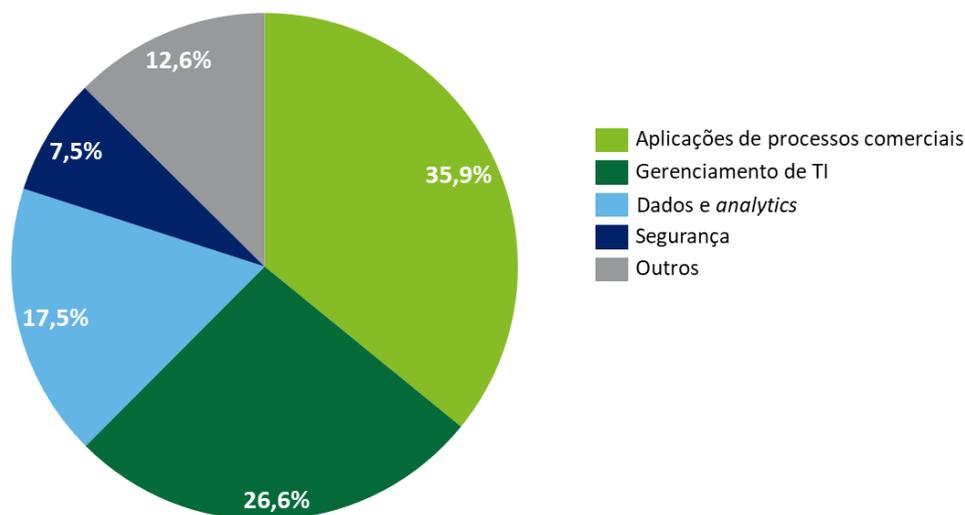
Cenário de *software*

Nas últimas duas décadas, a indústria de TI da China teve um crescimento expressivo e se tornou um elemento-chave na economia geral do país. No atual plano quinquenal, a China planeja fazer da TI uma das indústrias estratégicas que ajudará o país a se tornar uma sociedade de excelência, voltada para a inovação e alta tecnologia, saindo do modelo de terceirização de fabricação de mão-de-obra barata. Para isso, o governo foca em quatro principais áreas: telecomunicações, *hardware*, *software* e serviços de TI. A China está alavancando seu baixo custo de mão-de-obra, grande oferta de recursos humanos e ampla infraestrutura de telecomunicações de alta qualidade.

[13] 5GSA XuanYuan Lab: https://www.huawei.com/en/news/2021/2/slicing-open-lab
[14] ZTE OpenLab: https://www.zte.com.cn/global/about/news/20210330e1.html

O mercado de *software* na China representa 11,5% do mercado mundial e 36,8% do mercado APAC (*Asia Pacific*), com um valor anual estimado de 66,8 bilhões de dólares em 2020. Apesar de uma queda no mercado durante a pandemia (-5,7% em relação ao ano de 2019), a CAGR entre 2016 e 2020 foi de 1,2% e a expectativa é de que esse crescimento seja de 7,2% de 2020 a 2025, atingindo 94,4 bilhões de dólares ao fim desse período[15].

A Figura 3 apresenta a composição do consumo de *softwares* no país em 2020, com uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI. Juntos, representam 62,5% dos *softwares* adquiridos no país.

Figura 3: Segmentos do mercado de *software* na China (2020)[16]

A China tem o maior número de usuários de internet do mundo mas, apesar disso, as empresas de *software* não chinesas enfrentam barreiras adicionais por causa da política de censura rigorosa do país (Projeto Escudo Dourado), em que aplicações e muitos serviços de empresas como Google, Facebook, Dropbox e Github são bloqueados ou desacelerados. Além disso, as fontes de soluções de nuvem são muito mais caras no país em comparação com outros países e redes virtuais privadas (VPN) apresentam problemas de funcionamento.

[15] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado "*China – Software, February 2021*", MarketLine

[16] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento, aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.

Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.

Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT.*

Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.

Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.

A China separou sua internet, construindo um ambiente local controlado e intensamente supervisionado para que empresas locais pudessem se desenvolver. Essa estratégia tem proporcionado ótimos resultados, produzindo alguns aplicativos de grande sucesso. Entretanto, para soluções chinesas que querem se tornar globais, esse isolamento apresenta alguns desafios adicionais tais como diferenças jurídicas, regulatórias e culturais, barreiras linguísticas e a forte competição em plataformas controladas pelos EUA como iOS, Android e Windows.

O mercado de *software* chinês ainda não está bem consolidado, com a presença de muitas empresas menores. O número de empresas de *software* na China mais do que dobrou entre 2009 e 2014, o que aumentou a competição, desafiando o domínio das grandes empresas no mercado como as americanas Microsoft, Oracle e IBM, e a empresa local Neusoft. Essas empresas de grande porte são fortes concorrentes em diversos segmentos do mercado.

Os fornecedores estrangeiros de *software* ganharam negócios principalmente das multinacionais chinesas, um segmento relativamente pequeno do mercado em geral. O maior segmento de clientes neste mercado consiste em empresas chinesas privadas e empresas estatais, em que as empresas internacionais têm tido pouco sucesso. Em alguns casos, as empresas estrangeiras tiveram de formar *joint ventures* para obter melhor acesso. Dentre os desafios enfrentados por empresas estrangeiras na China podemos citar o ambiente regulatório, a proteção de propriedade intelectual e o protecionismo orientado à exportação, em que elementos da burocracia protegem as empresas locais e estatais de importações.

O país tem polos de referência como Shenzhen, que abriga um ecossistema de desenvolvimento de aplicativos, mas é dominado por empresas cujas aplicações visam principalmente o mercado doméstico, e um conjunto de estúdios de jogos. Alguns aplicativos chineses são comprovadamente exportáveis como Alibaba, DiDi e TikTok, que obtiveram grandes sucessos fora da China. Mas a maioria carece de suporte completo em inglês e muitos foram proibidos, não apenas nos Estados Unidos, mas também em outros países como a Índia, que baniu aplicativos como Kuaishow, WeChat, Snack Video, AliExpress e diversos outros nos últimos dois anos.

Durante os últimos anos as empresas chinesas iniciaram uma tendência de rotação do quadro de funcionários chineses para o Vale do Silício, e de trazer profissionais do Vale do Silício para a China, de modo a tentar aumentar o nível de paridade das capacidades de inteligência artificial entre os países. Enquanto isso, a *China Software Market Association* (CSIA) tem como objetivo promover o uso de *software* na China e quer fornecer um centro para empresas estrangeiras, incentivando as condições de desenvolvimento dessas tecnologias no país.

Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 53,8 bilhões de dólares em exportação, equivalente a 19% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) representaram 18% de todos os serviços exportados, com valor total de 51,4 bilhões de dólares.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 26,9 bilhões de dólares, 5,4% do total. Já os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) foram responsáveis por 25,1 bilhões de dólares, 5,0% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra um balanço comercial positivo para a China, com exportações duas vezes maiores que importações. Os valores de exportação caracterizam o país um dos principais exportadores desse tipo de serviço.

Esse resultado é fruto do esforço do país em aumentar sua relevância como centro de terceirização de TI, que desenvolveu políticas de incentivo como as Cidades Modelo de Terceirização da China, designando cidades como Pequim, Shanghai, Dalian, Shenzhen, Tianjin, Hangzhou e Wuxi para liderarem o desenvolvimento, alavancando seu baixo custo de mão-de-obra, grande oferta de recursos humanos e ampla infraestrutura de telecomunicações de alta qualidade, oferecendo benefícios fiscais a serviços foco de TI nessas regiões.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

O governo chinês está promovendo ativamente o 5G. De acordo com seu 14º plano quinquenal (2021-2025), a China pretende expandir sua rede 5G e atingir uma penetração de 56% nos próximos cinco anos. As políticas nacionais da China dão cada vez mais atenção à tecnologia. Documentos relevantes do governo têm repetidamente enfatizado "a aceleração do ritmo do comércio 5G", o que reflete plenamente a importância e a urgência do 5G para impulsionar a nova infraestrutura e o crescimento econômico.

Em julho de 2021, dez departamentos, incluindo o MIIT, emitiram o "Plano de ação de navegação com aplicação 5G (2021-2023)". O plano possui quatro principais pilares em que o governo se propõe a abrir a cadeia de inovação de aplicações 5G, fornecendo suporte sólido para a transformação digital em vários campos econômicos e sociais[17]:

I. Avanços críticos para o estabelecimento do 5G
 1- Ações para estabelecer um sistema de normas de aplicação 5G:
  - Acelerar os esforços para abrir caminho para as normas de protocolo interprofissionais;
  - Desenvolver padrões de aplicação de fusão para indústrias-chave;
  - Efetuar um lote de padrões críticos para as indústrias-chave.
 2- Ações para fortalecer a base industrial 5G:
  - Intensificar os esforços para resolver problemas relacionados a sistemas e equipamentos críticos;
  - Acelerar os esforços para remediar as deficiências da indústria;
  - Acelerar o amadurecimento dos terminais para novos tipos de consumo.

II. Campos-chave para habilitar as aplicações 5G
 1- Ações de atualização de novos tipos de consumo de informações:
  - 5G + consumo de informações;
  - 5G + mídia integrada.
 2- Ações para aprofundar as aplicações de fusão da indústria:
  - 5G + internet industrial;
  - 5G + internet de veículos;
  - 5G + logística inteligente;
  - 5G + portos inteligentes;
  - 5G + mineração inteligente;
  - 5G + eletricidade inteligente;
  - 5G + óleo e gás inteligente;
  - 5G + agricultura inteligente;

---

[17] Plano de ação de navegação com aplicação 5G (2021-2023): https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/t0339_5G_action_plan_draft_EN.pdf

- 5G + conservação inteligente da água.

3- Ações para servir e proporcionar benefícios gerais à sociedade e aos meios de vida do povo:
- 5G + educação inteligente;
- 5G + saúde inteligente;
- 5G + cultura e turismo;
- 5G + cidades inteligentes.

III. Elevação das capacidades de suporte de aplicação 5G

1- Ações para uma fundação forte de capacidades de rede 5G:
- Melhorar a cobertura da rede 5G orientada ao público;
- Reforçar as capacidades de provisionamento de redes 5G orientadas para a indústria;
- Reforçar a proteção dos recursos de frequência 5G.

2- Ações para harmonizar o ecossistema de aplicações 5G:
- Acelerar o desenvolvimento da inovação integradora interdisciplinar;
- Promover inovações na política de aplicação da fusão 5G;
- Lançar a construção de veículos de inovação de aplicação 5G;
- Reforçar o suporte de plataformas tecnológicas de aplicação geral 5G.

3- Ações para aumentar a segurança de aplicações 5G:
- Reforçar as avaliações de risco de segurança de aplicações 5G;
- Promover o lançamento de demonstrações de segurança de aplicações 5G;
- Melhorar as capacidades de avaliação e certificação de segurança para aplicações 5G;
- Reforçar os serviços de suporte de segurança de aplicações 5G.

IV. Garantias

- Reforçar o planejamento geral e os vínculos entre ministérios e províncias;
- Otimizar o ambiente de desenvolvimento;
- Treinar equipes de talentos;
- Promover a cooperação internacional;
- Realizar adequadamente o monitoramento e avaliação do plano para realização de ajustes dinâmicos.

O plano também apresenta objetivos específicos, como a taxa de penetração de usuários individuais de 5G, a proporção de tráfego de acesso à rede 5G, a taxa de penetração de 5G em grandes empresas industriais, a taxa média de crescimento anual de usuários finais de internet 5G, o número de estações rádio base 5G por 10.000 pessoas, o número de redes privadas virtuais na indústria 5G e o número de referência de aplicações 5G em indústrias-chave. Pode-se observar que existe um foco maior nas metas de desenvolvimento de 5G no campo das indústrias verticais.

Políticas públicas adotadas

As políticas públicas adotadas no país ainda não refletem o novo direcionamento estruturado em 2021, mas antes mesmo do último plano quinquenal da China e do “Plano de ação de navegação com aplicação 5G” o país já adotou políticas públicas que fomentam o ecossistema 5G no país. Em novembro de 2019 o MIIT emitiu o Plano de Promoção do Programa 512 da Internet Industrial 5G+ que visa construir cinco plataformas de serviço público industrial 5G conectadas, cobrir 10 setores críticos e estabelecer pelo menos 20 contextos típicos de aplicação industrial.

Em março de 2020, o MIIT emitiu a Circular sobre a Aceleração do Desenvolvimento 5G, com 18 medidas em cinco aspectos[18]:

1. Acelerar a construção da rede 5G:
   - Acelerar o ritmo de construção da rede 5G;
   - Expandir o apoio aos recursos da estação rádio base;
   - Reforçar a energia e as garantias das frequências;
   - Avançar o compartilhamento de rede e o *roaming* entre redes.

2. Valorizar o ecossistema para a aplicação da tecnologia 5G:
   - Fomentar novos modelos de consumo;
   - Promover a inovação e o desenvolvimento da “5G + saúde”;
   - Implementar o projeto “5G + internet industrial” Programa 512;
   - Construir cinco plataformas de serviço público industrial conectadas por 5G, cobrir 10 setores críticos e estabelecer pelo menos 20 contextos típicos de aplicação industrial;
   - Estimular o desenvolvimento coordenado de “5G + internet de veículos”;
   - Construir sistemas ecológicos para aplicações 5G.

3. Continuar a fortalecer a pesquisa e o desenvolvimento da tecnologia 5G:
   - Fortalecer a pesquisa e desenvolvimento de tecnologia e padrões 5G;
   - Organizar o lançamento de experimentos e testes 5G;
   - Aumentar as capacidades de apoio à inovação da tecnologia 5G.

4. Construir sistemas de segurança e proteção 5G:
   - Fortalecer as medidas de segurança para a infraestrutura 5G;
   - Fortalecer a proteção de segurança dos dados da rede 5G;
   - Fomentar uma indústria de segurança cibernética 5G ecologicamente correta.

5. Fortalecer a organização e a implementação:
   - Reforçar a liderança organizacional;
   - Reforçar a implementação responsável;
   - Reforçar a síntese e intercâmbio.

O MIIT anunciou, em fevereiro de 2021, a criação de cinco novas áreas de inovação de inteligência artificial com diferentes prioridades de pesquisa[19]:

- A área de inovação de Pequim acompanhará o desenvolvimento da indústria local e os planos do governo para melhorar as utilidades da inteligência artificial na manufatura, veículos inteligentes e nos Jogos Olímpicos de Inverno de 2022;
- A área de inovação em Binhai se concentrará na estratégia de desenvolvimento coordenada Pequim-Tianjin-Hebei e fortalecerá as vantagens políticas do piloto de Zona Livre de Comércio da China (Tianjin);

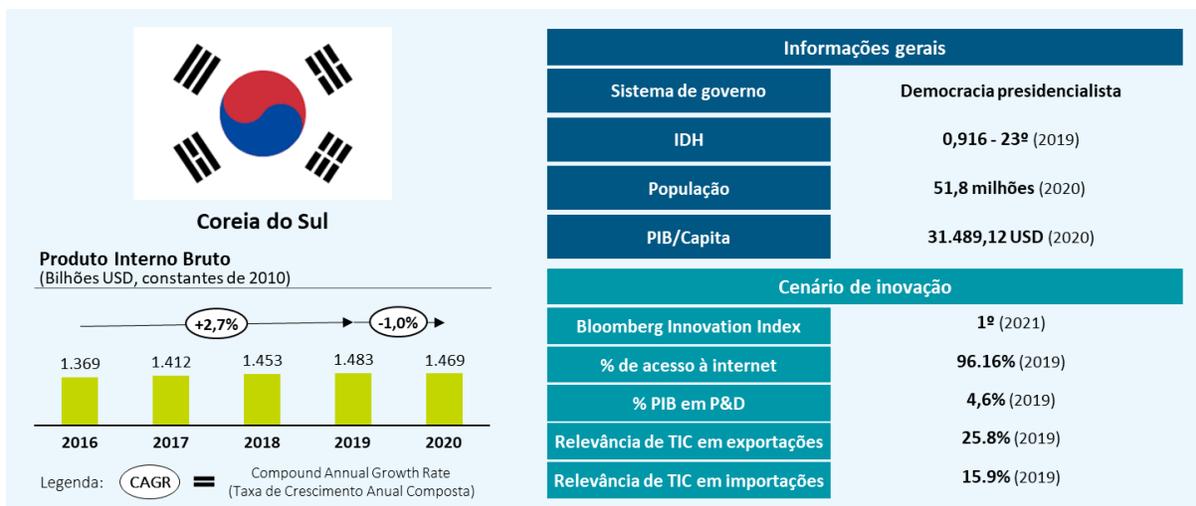
[18] Circular sobre a Aceleração do Desenvolvimento 5G: https://www.newamerica.org/cybersecurity-initiative/digichina/blog/beijing-authorities-push-rapid-5g-deployment-despite-covid-19-headwinds-translation/
[19] Áreas de inovação na China: https://www.globaltimes.cn/page/202102/1216029.shtml

- A área de inovação de Hangzhou expandirá a aplicação da inteligência artificial em aspectos da administração de cidades inteligentes, manufatura e serviços financeiros para criar tecnologias mais eficientes para o desenvolvimento futuro;
- A área de inovação de Guangzhou estará conectada ao plano de desenvolvimento da Baía de Guangdong-Hong Kong-Macau e será construída com um alto padrão, uma cadeia industrial local madura e cenários de testes abundantes;
- A área de inovação de Chengdu estará conectada com a *Belt and Road Initiative* e se concentrará nos aspectos médicos e financeiros para formar um ecossistema industrial dinâmico.

Grandes cidades chinesas como Pequim, Shanghai, Shenzhen e Hangzhou também formularam estratégias e roteiros locais para promover o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias 5G. Destacam-se para Shenzhen:

- Em setembro de 2019, o governo de Shenzhen criou medidas para alcançar a cobertura total da infraestrutura 5G e promover o desenvolvimento de alta qualidade da indústria 5G. A administração afirmou que até o final de agosto de 2020 construiria 45.000 estações rádio base 5G e, para atingir as metas, otimizaria suas prioridades de investimento para apoiar o desenvolvimento da tecnologia, aproveitando fundos especiais municipais. O governo apoiaria a indústria 5G de várias maneiras, incluindo financiamento direto, empréstimos subsidiados e compensação de riscos em áreas como o desenvolvimento da rede 5G, inovação tecnológica, demonstração de aplicações e construção de ambientes. As operadoras de telecomunicações que cumprissem com as metas de construção de estações rádio base receberiam também subsídios, aproximadamente 1.500 dólares por estação rádio base construída no modelo *Standalone*, com um limite de aproximadamente 23 milhões de dólares por operadora.
- Além dos incentivos financeiros diretos, Shenzhen também se comprometeu a apoiar com subsídios para o uso de eletricidade das estações rádio base 5G construídas e direitos de uso do solo.
- Cerca de 21,1 milhões de dólares serão alocados para a construção da internet industrial por ano em Shenzhen.
- Em agosto de 2020, Shenzhen tinha mais de 46.000 estações rádio base instaladas, tornando-se a primeira cidade com cobertura 5G no país, e se preparava para seu próximo passo na estratégia, o de introdução e desenvolvimento de indústrias 5G.

Coreia do Sul

Informações Gerais

Resumo Executivo

A Coreia do Sul é um dos países líderes da implementação de 5G, com uma cobertura de 5G que excede 90% dos lares com 160.000 estações rádio base. Os leilões de frequência 5G no país ocorreram em 2018, as três maiores operadoras do país (LG Uplus, KT e SKT) obtiveram suas bandas pelo valor de cerca de 3,3 bilhões de dólares.

Apesar do grande número de estações rádio base instaladas, elas ainda representam apenas um quinto do total de estações 4G, o que dá à população a sensação de que o serviço não tem a mesma qualidade. Por conta disso, será um desafio criar aplicações atrativas para o setor privado e desenvolver esse mercado ao longo dos próximos anos.

O ecossistema 5G do país é composto principalmente por cinco componentes:

- Governo: na Coreia, o governo é protagonista no ecossistema e faz o papel de guiar os outros atores do ecossistema através de subsídios, incentivos fiscais, revisão de leis que possam impactar o futuro da tecnologia e financiamento de testes. A administração também atua como reguladora, através do Ministério de Ciência e TIC (MSIT) e da Central Radio Management Service (CRMS).
- Operadoras de telecomunicações: as três operadoras que possuem frequência de 5G no país são coreanas e, em conjunto com o governo, são as principais responsáveis pela agilidade na implementação da infraestrutura no país, atuando como promotores e desenvolvedores da tecnologia para expandir o uso em diferentes frentes para executar a estratégia desenhada pelo governo.
- Fornecedores de equipamento: concedem *hardware* para estações rádio base e para a arquitetura de rede 5G. A Samsung, como empresa nacional, tem um papel importante no desenvolvimento de equipamentos 5G nacionais, reconhecendo também a importância do desenvolvimento de *software* no país, adquirindo algumas empresas que a ajudam a complementar seu portfólio no desenvolvimento de aplicações digitais e investindo no desenvolvimento do ecossistema.

- Institutos de pesquisa: realizam projetos em larga escala relacionados ao 5G em parceria com outros componentes do ecossistema, como governo e operadoras de telecomunicações. Grupos acadêmicos também desempenham o papel de aconselhamento na abordagem dos setores público e privado.
- Empresas do setor privado: as *chaebols* (conglomerados de empresas coreanas como a Hyundai) investem no desenvolvimento de produtos e serviços específicos com base em 5G.

Além disso, PMEs tentam aumentar sua participação e acesso a tecnologias 5G e outros atores como sindicatos, associações comerciais e grupos da sociedade civil têm um envolvimento mais pontual.

A estratégia central do governo coreano tem como base iniciativas focadas em dados, redes e inteligência artificial (DNA – *Data, Network, AI*). O país vem ajudando a direcionar os esforços do ecossistema 5G,criando ferramentas para auxiliar seu desenvolvimento e suas aplicações principalmente em 10 indústrias (smartphones da próxima geração, equipamentos de redes, segurança da informação, computação de ponta, comunicação veículo-para-tudo, robôs, drones, CCTV inteligente, dispositivos vestíveis e óculos de realidade virtual e aumentada) e cinco setores (conteúdo imersivo, veículos autônomos, fábricas inteligentes, cidades inteligentes e saúde digital).

Visando uma liderança na implementação e desenvolvimento da tecnologia, o governo vem criando diversas políticas públicas e agilizando ações que auxiliem o ecossistema, desde a rápida avaliação e realização dos leilões, até o fomento de testes, incentivos tributários e divulgação de resultados para o aumento da demanda por serviços 5G.

Em julho de 2020, no *New Deal* Digital, parte do *New Deal* coreano, projeto criado para superar a crise econômica causada pela Covid-19, o governo agiu em cinco principais frentes para acelerar a inovação no ecossistema: investimentos financeiros diretos, políticas públicas, estrutura legal e institucional, regulação e incentivo ao investimento privado.

Os resultados desse projeto foram tão positivos que o governo já discute a expansão para um *New Deal* coreano 2.0, com o objetivo de fortalecer a utilização da infraestrutura digital liderada pelo setor privado.

Pode-se dizer que a Coreia do Sul é um país em que seu governo tem um papel central no incentivo e fomento à implementação, adoção e desenvolvimento de serviços e soluções 5G, oferecendo desde incentivos financeiros até a divulgação direta de resultados de testes utilizando 5G. As empresas privadas, com destaque para operadoras de telecomunicações, seguem a estratégia desenhada pelo governo e focam seus esforços cooperando com o fomento e desenvolvimento de soluções nos setores e serviços definidos e incentivados pelo governo em sua estratégia central.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O leilão do 5G foi realizado em junho de 2018, com uma arrecadação total de 3,3 bilhões de dólares e alocação de frequências de 2,8 GHz (*mid-band)* e 24 GHz (*mmWave)* para três operadoras: LG Uplus, SK Telecom e KT. Os

leilões estabeleceram concessões de 10 anos para frequências abaixo de 6 GHZ e de 5 anos para frequências *mmWave*[20][21] .

Tabela 3: Resumo do status do leilão de frequências 5G na Coreia do Sul

Banda	Frequência	*Status* do leilão	Operadora	Valor
n78	3,42 - 3,5 GHz	Leiloada	LG Uplus	728,0 milhões de dólares
n78	3,5 - 3,6 GHz	Leiloada	KT	870,0 milhões de dólares
n78	3,6 - 3,7 GHz	Leiloada	SKT	1,1 bilhão de dólares
n257	26,5 - 27,3 GHz	Leiloada	KT	Cada operadora foi alocada com 800 MHz e pagou entre 186,0 e 187,0 milhões de dólares
n257	27,3 - 28,1 GHz	Leiloada	LG Uplus	
n257	28,1 - 28,9 GHz	Leiloada	SKT	

Em 2020, o 5G já representava aproximadamente 20% de todo o tráfego de dados móveis no país. Já na segunda metade de 2020, as operadoras SK Telecom e LG Uplus haviam testado com sucesso o uso de redes 5G *Standalone* e lançaram seus serviços comerciais com essa arquitetura. A SK Telecom, líder no país, já atingiu velocidades de download de 1,5 Gbit/s dentro de sua sede — um fato marcante. A maioria dos serviços de 5G existentes estão disponíveis nas grandes cidades da Coreia do Sul como Seul, e focadas em grandes supermercados, hospitais, estradas, dentre outros locais de grande tráfego de pessoas. Atualmente, a cobertura de 5G excede 90% dos lares com 160.000 estações rádio base — um quinto do número de estações 4G, levando a população a ainda sentir que o serviço não tem a mesma qualidade[22][23].

Casos de uso da tecnologia 5G

Em relação a serviços 5G disponibilizados a consumidores finais, a Bloomberg fez testes da qualidade do sinal em Seul em junho de 2020, registrando aumentos de qualidade dos serviços da KT desde seu lançamento em abril de 2019. Embora as altas velocidades de *download* esperadas do 5G ainda não tenham sido atingidas por conta da indisponibilidade das altas frequências necessárias, a velocidade média atingida da KT foi de entre 800 e 1000 Mbit/s. A SK Telecom, por sua vez, criou *clusters* de implementação da tecnologia para que seus clientes possam ter os reais benefícios do 5G nesses locais, como altas velocidades de conexão e novos aplicativos.

Em relação a serviços 5G para empresas, as operadoras lideram o desenvolvimento dessas aplicações para criação de mercado. Dentre os pilotos cujos resultados foram divulgados pode-se citar:

- A SK Telecom desenvolveu um sistema apelidado de *smart office* para apoiar a prática de trabalho a distância adotada na pandemia ao facilitar a conectividade ao se trabalhar de casa. A tecnologia também é empregada para criar espaços de *smart office* que oferecem esse serviço, permitindo aos

[20]Status dos leilões 5G na Coreia do Sul (1/2): https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=blog&no=15139
[21]Status dos leilões 5G na Coreia do Sul (2/2): https://www.rcrwireless.com/20180620/5g/south-korea-completes-5g-pectrum-auction-tag23
[22] Status das cidades foco do 5G e desenvolvimentos da rede na Coreia do Sul: *Facilitating Innovation and Diversity in Next Generation (5G) Network Ecosystems* – APEC *Telecommunications and Information Working Group* (2021) – https://www.apec.org/Publications/2021/04/Facilitating-Innovation-and-Diversity-in-Next-Generation-Network-Ecosystems
[23] Cobertura atual do 5G na Coreia do Sul: https://www.opensignal.com/2021/02/25/understanding-where-and-when-users-can-experience-5g-in-south-korea

funcionários também poder trabalhar nesses locais, por vezes mais perto de suas casas do que a sede da empresa[24].

- A KT anunciou que seu foco será no desenvolvimento de soluções para o setor privado e firmou parcerias com empresas estratégicas para criar pilotos em aplicações em manufatura, veículos autônomos, dispositivos médicos e mídia digital. Segundo a empresa, no fim de 2019 ela já havia introduzido 150 casos de uso para empresas e ganho 53 clientes desse setor.
- A LG Uplus tem desenvolvido seus serviços em uma abordagem de fases, começando por expandir as capacidades base dos serviços 4G com funcionalidades do 5G, passando então para a implementação de serviços totalmente 5G. Atualmente, a empresa vem focando em integrar serviços de nuvem para diversos setores da economia, incluindo educação, com funcionalidades de realidade aumentada.

Desafios para a implementação do 5G

O maior desafio para a expansão da tecnologia na Coreia do Sul é a criação de aplicações atrativas para o setor privado e desenvolvimento desse mercado, algo que está ligado ao fato de que o *status* da tecnologia ainda não entrega as promessas do 5G.

A falta de casos de uso testados e provados para empresas e o lento desenvolvimento e disseminação de aparelhos aptos ao uso do 5G impedem que a tecnologia seja atrativa por limitar o valor que ela agrega aos negócios. Isso é refletido na impressão geral da população sobre o 5G, que ainda o vê como uma simples nova rede de dados móveis e não como o catalisador de negócios que os desenvolvedores da tecnologia preveem — algo que deve mudar somente quando a infraestrutura se tornar robusta e os equipamentos que a utilizam sejam popularizados.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

O ecossistema de *startups* e de capital de risco não existia na Coreia do Sul há 20 anos. O governo do país buscava formas de crescer e criar empregos e percebeu que o empreendedorismo era o principal fator de uma economia forte e inovadora. Atualmente, esse ecossistema é forte e estruturado, com financiamento anual de *startups* de mais de 500 milhões de dólares. Em 2020, o Ministério das PMEs e *Startups* divulgou que a Coreia do Sul atingiu seu maior valor de investimento em *startups*, 3,89 bilhões de dólares, apesar das consequências da Covid-19.

Há muito potencial nos temas de *blockchain*, *fintechs*, *biotechs*, *IoT* e entretenimento, áreas-chave de crescimento para a Coreia. O grande número de investimentos em 2020 foi impulsionado pelas áreas de Saúde, TIC, Peças e Equipamentos.

A maioria das *startups* está em Seul, capital do país, o que ajuda a impulsionar as tendências e divulgações de novos produtos e serviços rapidamente.

Os principais atores do ecossistema de inovação[25] pertencem aos seguintes grupos:

---

[24] Serviço 5G de *smart office* na Coreia do Sul: https://www.youtube.com/watch?v=yvU0LkgjyII
[25] Ecossistema de inovação na Coreia do Sul: https://seoulz.com/korean-startup-ecosystem-and-blockchain-in-korea/

- Governo: o governo do país foi o grande protagonista ao incentivo do empreendedorismo na Coreia do Sul através de ferramentas como o Programa de Incubadora de Aceleradores Tecnológicos para *Startups* (TIPS), em que compartilha parte do risco caso uma nova *startup* falhe desde que a empresa tenha ao menos um de seus fundadores coreano. Outro incentivo importante foi o *Sandbox* regulatório[26], um conjunto de decretos e leis que foram alterados para proporcionar isenções regulamentares para testar novas tecnologias, serviços e métodos por tempo limitado nos setores de TIC, indústrias e *fintechs*.
- Empresas de financiamento e aceleradoras: atualmente existem diversos programas de aceleradoras, investidores anjo e fundos de capital de risco na Coreia do Sul. Eles têm um papel não só de financiar os novos empreendimentos como também de fornecer apoio técnico e de negócios para que essas *startups* cresçam rápido. Alguns exemplos no ecossistema coreano que se destacam são: Softbank Ventures Asia, especializada em investimentos de TI; Stonebridge Capital, focada na indústria *biotech*; Korea Investment Partners, uma empresa de capital de risco líder na Coreia conhecida por investir, em 2018, na TEMCO, uma plataforma de cadeia de fornecimento com base em *blockchain*; Sparklabs, uma aceleradora de estágio inicial para *startups* que almejam um alcance global.
- Grandes corporações: os grandes conglomerados presentes no país também auxiliam o ecossistema de inovação através de seus próprios programas, como o programa de aceleração da Lotte, o C-Lab Space da Samsung ou o Startup Alliance da Naver. No entanto, ainda existe uma diferença em termos de conhecimento em comparação aos Estados Unidos quando se trata de talento para programadores, engenheiros e desenvolvedores.

Para o 5G, o governo também é protagonista e faz o papel de fomentar a tecnologia através de discussões em comitês oficiais, priorização e direcionamento estratégico do governo, concessão de subsídios e incentivos fiscais para desenvolvedores de redes 5G, revisão de leis que possam impactar o futuro da tecnologia, incentivo e financiamento de testes e regulação do ecossistema através do MSIT e da CRMS. Vale destacar a atuação dos ministérios do Comércio, da Indústria e Energia, da Economia e Finanças, do Emprego e Trabalho, com o MSIT trabalhando como o órgão coordenador.

As operadoras de telecomunicações são responsáveis pela infraestrutura física associada às redes 5G (tais como estações rádio base e equipamento central), bem como pelos serviços de dados operacionais e planos relacionados à sua utilização. KT Corporation, SK Telecom, e LG Uplus são as três principais empresas atuando com 5G.

Empresas como Samsung, Ericsson, Nokia, Qualcomm, Intel e Huawei são as vendedoras de equipamentos para estações rádio base e outros equipamentos de rede para a arquitetura 5G da Coreia do Sul.

- A Samsung tem um papel importante na Coreia do Sul por se tratar de uma fornecedora de equipamentos nacional, impulsionando o desenvolvimento local de equipamentos 5G, além de reconhecer a importância do desenvolvimento de *software* no país. Nos últimos anos, a companhia adquiriu algumas empresas para diversificar seu portfólio e expandir sua atuação no ambiente de *software* e redes como a TeleWorld Solutions (empresa prestadora de serviços de rede), a LoopPay — atual Samsung Pay — (uma plataforma de carteira digital) e a SmartThings (aplicativos para casa

[26] *Sandbox* regulatório: https://sweden-science-innovation.blog/seoul/korean-sandbox-is-a-national-pride/

inteligente e *IoT*). Entretanto, a empresa ainda tem como principal foco o desenvolvimento de *hardware* como chips de memória, telas e baterias.

Os institutos de pesquisa como a Universidade Nacional de Seul e a Universidade de Hanyang realizam projetos em larga escala relacionados à tecnologia 5G. Fóruns de discussão como o Instituto de Desenvolvimento da Coreia (KDI) e o Instituto de Política Econômica Internacional da Coreia (KIEP) têm papéis formais e informais de aconselhamento na abordagem dos setores público e privado.

Empresas do setor privado como as *chaebols* (conglomerados de empresas coreanas como a Hyundai) investem fortemente no desenvolvimento de produtos e serviços específicos com base em 5G, tais como veículos autônomos. Aumentar a participação das PMEs e acesso às tecnologias 5G é um objetivo da estratégia do governo atual. Embora muitos dos produtos e serviços atualmente no mercado visem as vendas B2C, prevê-se que os produtos 5G B2B sejam uma importante área de crescimento nos próximos anos, o que poderá impulsionar novas empresas e acordos de parceria criativa. Outros atores com um envolvimento mais pontual incluem sindicatos, associações comerciais, e grupos da sociedade civil (que podem ter um foco específico nas tecnologias da informação ou que estão de outra forma envolvidos em campos de novas tecnologias 5G para responder às necessidades sistêmicas, como por exemplo cuidados a idosos e outros suportes à saúde). Exemplos incluem a Federação das Indústrias Coreanas, a Câmara de Comércio Americana na Coreia, e a Federação dos Sindicatos Coreanos.

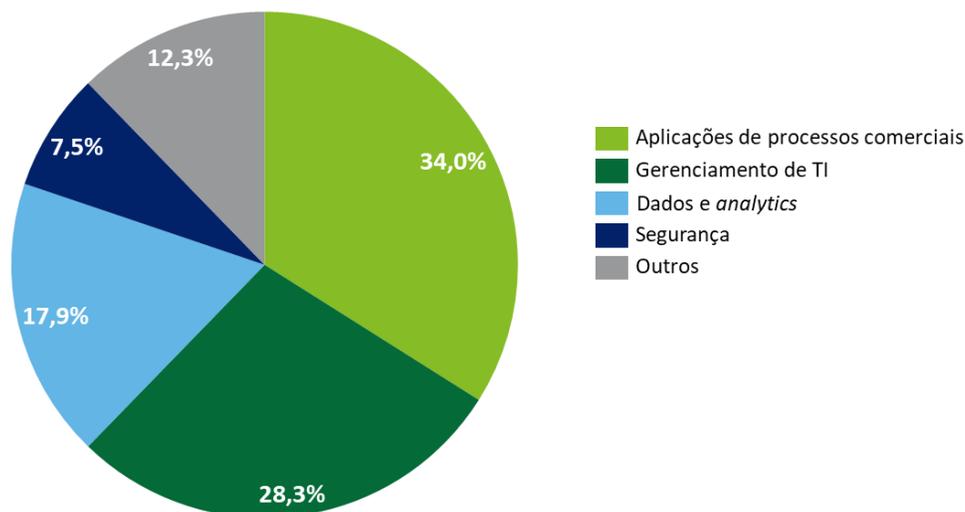
Cenário de *software*

O mercado de *software* na Coreia do Sul representa 1,8% do mercado mundial e 5,8% do mercado APAC (*Asia Pacific*), com um valor anual estimado em 2020 de 10,6 bilhões de dólares. Apesar de uma queda no mercado durante a pandemia (-3,7% em relação ao ano de 2019) a CAGR entre 2016 e 2020 foi de 2,3% e a expectativa é de que esse crescimento seja de 7,8% de 2020 a 2025, atingindo 15,5 bilhões de dólares ao fim desse período[27].

Esse crescimento da indústria de TIC da Coreia do Sul está criando oportunidades, uma vez que seus fabricantes buscam proativamente tecnologias de *software* criativas em um esforço para aumentar sua competitividade. O país tem demanda por soluções de *software* industrial para apoiar sua forte base de fabricação, particularmente nos setores aeroespacial, automotivo, de construção naval, eletrônicos e de máquinas, como por exemplo o uso de *software* embarcado em carros, navios e produtos eletrônicos fabricados nacionalmente. A Coreia do Sul está liderando o desenvolvimento de uma sociedade baseada em TIC e a indústria é um dos principais motores de crescimento, posicionando-se como um dos países mais avançados do mundo no desenvolvimento geral das TIC e líder mundial em banda larga e redes móveis[28].

A Figura 4 apresenta a composição do consumo de *softwares* no país em 2020, com uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI que, juntos, representam 62,3% dos *softwares* adquiridos no país.

[27] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado "*South Korea – Software, February 2021*", MarketLine
[28]Mercado de *software* sul-coreano: https://www.austrade.gov.au/australian/export/export-markets/countries/republic-of-korea/industries/ict

Figura 4: Segmentos do mercado de *software* na Coreia do Sul (2020)[29]

O mercado de fornecedores de *software* sul-coreano é dominado por empresas globais, como Microsoft, IBM, SAP e Oracle. Apesar disso, o mercado ainda é bastante fragmentado, com a presença de um grande número de empresas pequenas.

Vale destacar no mercado:

- A participação de empresas como a Hancom, Infraware e Duzon, que competem no segmento de *softwares* de pacote com a Microsoft — esse segmento teve uma transferência significativa para serviços baseados na nuvem;
- O crescimento contínuo em jogos para dispositivos móveis com empresas como a COM2US, GAMEVIL e NEXON que também encontraram sucesso em mercados internacionais;
- A expansão da cobertura de serviço *online* para serviço *offline* (O2O) da Kakao, fundadora da Kakao Talk, o aplicativo de mensagens instantâneas mais utilizado no país, que passou a ofertar produtos e serviços no ambiente virtual (*online*) para uso no mundo físico (*offline*), como táxis e compras.

Através de iniciativas como o Plano Nacional de Inteligência Artificial, que visa estabelecer o país como um dos líderes globais na tecnologia, o governo vem incentivando o ecossistema a desenvolver *softwares* e estima um investimento de até 2 bilhões de dólares até 2022. Planos mais amplos, como o *New Deal* Digital, também influenciam a capacidade do país em desenvolver e estimular a produção de *softwares* de empresas nacionais.

---

[29] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento, aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.
Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.
Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT*.
Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.
Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.

Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 6,2 bilhões de dólares em exportação, equivalente a 6% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) representaram 3% de todos os serviços exportados, com valor total de 2,9 bilhões de dólares.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 3,2 bilhões de dólares, 3% do total. Já os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) foram responsáveis por 1,8 bilhão de dólares, 1% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra um balanço comercial positivo para a Coreia do Sul, com exportações maiores que importações. Os valores de importação indicam pouca dependência em relação a fornecimento externo de serviços computacionais, incluindo os serviços de *software*.

Apesar do balanço comercial positivo do cenário de *softwares* coreanos, a indústria local preocupa-se com a transição gradual da indústria para o *SaaS* (*software* como serviço), liderada por empresas estrangeiras como Salesforce, Workday e ServiceNow. Desde o início da pandemia, houve um aumento de trabalho remoto e em ambientes sem contato, acelerando o uso de *SaaS*.

Para resolver essa preocupação, a Associação da Indústria de *Software* da Coreia do Sul (KOSA) assinou em maio de 2021 um acordo para o crescimento da indústria de *software* nacional. Esse acordo busca a cooperação entre empresas sul-coreanas de *software* que possuem habilidades técnicas e empresas como NAVER e Kakao que possuem plataformas de nuvem.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

Desde que o governo coreano reconheceu o papel central que o 5G teria na próxima revolução industrial e no desenvolvimento do país, houve anúncios de diversas políticas e iniciativas focadas em dados, redes e inteligência artificial (DNA – *Data, Network, AI*), incluindo: Plano I-Korea 4.0 (2017), Estratégia de Implementação de Redes Inteligentes Hiper Conectadas (2017), Estratégia de P&D de IA (2018), Estratégia de Ativação da Indústria de Dados (2018), Estratégia de Semicondutores de Sistema (2019), Estratégia de Manufatura Renascentista (2019), Estratégia 5G+ (2019) e, mais recentemente, o *New Deal* coreano (2020) e o *New Deal* coreano 2.0 (2021)[30].

Um dos principais direcionadores dos esforços e investimentos do país no 5G é a Estratégia 5G+[31] que foca no desenvolvimento em uma combinação de 10 indústrias e cinco serviços centrais:

- **Indústrias**: Smartphones da próxima geração, equipamentos de redes, segurança da informação, computação de ponta, comunicação veículo-para-tudo, robôs, drones, CCTV inteligente, dispositivos vestíveis e óculos de realidade virtual e aumentada;
- **Serviços**: Conteúdo imersivo, veículos autônomos, fábricas inteligentes, cidades inteligentes e saúde digital.

O governo propôs cinco estratégias principais para garantir esse foco e assegurar uma dominância antecipada do mercado:

[30] Entrando na era do 5G: Lições aprendidas com a Coreia do Sul: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/35780/Entering-the-5G-Era-Lessons-from-Korea.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[31] Estratégia do 5G+: http://www.keia.org/sites/default/files/publications/kei_aps_gillispie_200316.pdf

- Investir no setor público:
    - Apoiar demonstrações nos cinco serviços centrais;
    - Apoiar a criação de demanda;
    - Implementar 5G nos serviços públicos;
    - Criar uma cidade inteligente com base em 5G.
- Incentivar investimentos privados:
    - Criar créditos fiscais e outros incentivos;
    - Estabelecer bancos de teste 5G e infraestruturas de demonstração;
    - Apoiar os esforços das PMEs na implementação de tecnologias 5G;
    - Apoiar o mercado de conteúdo imersivo;
    - Apoiar inovações de produtividade em indústrias líderes.
- Apoiar uma maior utilização através da "manutenção do sistema":
    - Reduzir custos e melhorar a flexibilidade dos planos de serviço;
    - Assegurar recursos de ondas de rádio e melhorar a regulamentação;
    - Criar um ambiente de usuário mais seguro;
    - Promover a inclusão digital e proteger usuários;
- Estabelecer uma base industrial doméstica 5G:
    - Assegurar tecnologias de liderança global;
    - Fortalecer a competitividade da indústria da segurança da informação;
    - Estabelecer uma fundação para uma onda coreana 5G+;
    - Apoiar o estabelecimento de um ecossistema de *startups.*
- Apoiar as indústrias sul-coreanas em sua globalização:
    - Promover a globalização dos serviços 5G;
    - Assumir a liderança na padronização global do 5G;
    - Alinhar a elaboração de políticas 5G com iniciativas de cooperação internacional.

Políticas públicas adotadas

Em termos de políticas públicas, o governo coreano vem incentivando o ecossistema e o desenvolvimento do 5G no país criando as melhores condições de mercado para a implementação eficiente da tecnologia no país, desde a rápida avaliação e realização dos leilões, passando pela criação de um ambiente propício para a melhoria da oferta através do fomento de testes e de incentivos tributários até a divulgação e comunicação para aumentar a demanda pelo 5G. Além de todo esse suporte, o governo quer se tornar um dos grandes impulsionadores de serviços 5G, aproveitando seu poder de compra para impulsionar o mercado de demanda da tecnologia, adotando algumas dessas aplicações no próprio setor público antecipadamente.

O *New Deal* Digital[32] faz parte do *New Deal* coreano, lançado em julho de 2020, um projeto de inovação nacional para superar a crise econômica causada pela Covid-19 e acelerar a transformação digital através do incentivo à competitividade nacional e industrial do país. Nele, o governo agiu através de cinco formas principais:

- Realizando investimentos financeiros: o plano tem como expectativa investir aproximadamente 8,6 bilhões de dólares em infraestrutura digital até 2021, incluindo a construção de grandes plataformas de dados e a criação de *data centers* avançados;

[32] *New Deal* Digital: https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=523

- Implementando políticas: desenvolvimento e anúncio de 34 medidas políticas para setores e campos específicos, dentre elas o "Roteiro para melhorar a estrutura legal de IA", a "Estratégia para acelerar a transição digital de indústrias-chave", a "Estratégia para apoiar o crescimento da indústria de conteúdo", a "Estratégia para inovação e fabricação inteligente" e a "Estratégia de logística marítima inteligente";
- Estabelecendo uma estrutura legal e institucional: revisão e alteração de 17 leis e regulações para fomentar o ecossistema, incluindo o desenvolvimento da "lei sobre conhecimento e informação nacional" e da "lei de informação espacial", além de emendas na "lei de governo eletrônico", desenvolvimento de "diretrizes para veículos autônomos" e do "roteiro para padronização de dados médicos e de saúde";
- Melhorando a regulação: para apoiar a inovação no setor privado, o governo, através de um comitê do MSIT especializado em serviços digitais, aplicou regulamentações especiais em 73 casos de julho de 2020 a julho de 2021 (onde 48 foram para TIC e 25 para cidades inteligentes), adotando um sistema de contratos especializados em serviços digitais;
- Incentivando o investimento privado: criação do fundo *K-New Deal*, no valor de 3,1 bilhões de dólares, em parceria com as principais associações de TIC para incentivar o investimento em iniciativas digitais.

O *New Deal* Digital, implementado em 2020-2021, contou com a participação de mais de 170.000 empresas e instituições de todos os tamanhos, centradas em empresas privadas e com a participação de instituições públicas, governos locais, institutos médicos e de pesquisa. Em particular, a maioria das empresas participantes eram PMEs e *startups* (95,3%), o que contribuiu para a revitalização da economia. Além disso, o plano ajudou a empregar aproximadamente 90.000 pessoas em projetos e a digitalizar muitas PMEs. O governo estima que aproximadamente 8.000 fábricas e 4.000 microempresas adotaram tecnologias inteligentes e o impacto da digitalização foi percebido com o aumento da produtividade.

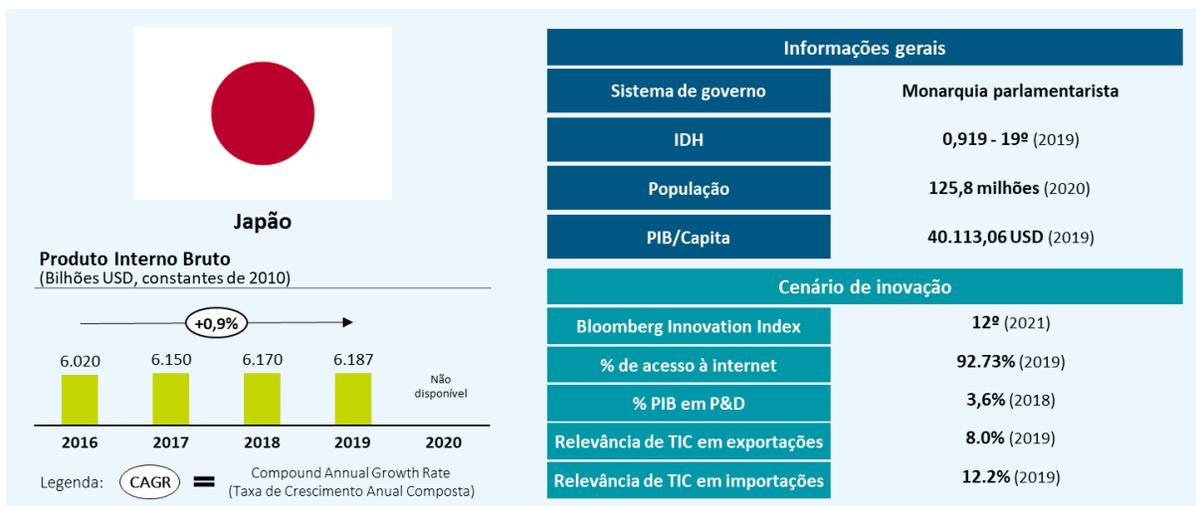
Neste mesmo contexto, através de programas de pesquisa e desenvolvimento, foram desenvolvidas 787 tecnologias-chave futuras tais como IA, Processamento em Memória (PIM) e conteúdo imersivo, 167 casos de transferência tecnológica e 407 patentes concedidas.

Com a participação de empresas nacionais no *New Deal* Digital, foram feitos investimentos ambiciosos em infraestrutura digital pelas empresas privadas. Além do investimento de mais de 20 bilhões de dólares anunciado pela SKT, KT e LG Uplus para a implementação da rede e identificação de serviços 5G, há exemplos como o da Hyundai Motors, apoiando as PMEs por meio do fundo *Future Car New Deal* (170 milhões de dólares), e o da POSCT, que apoiará 170 PMEs com a adoção de tecnologias inteligentes. Para apoiar essas iniciativas, o governo anunciou também benefícios fiscais para investimentos de aplicações em 5G.

Com o sucesso do *New Deal* coreano de 2020-2021 o governo anunciou em julho de 2021 uma expansão do programa, o *New Deal* coreano 2.0, que visa fortalecer a utilização da infraestrutura digital liderada pelo setor privado, divulgar resultados dos principais projetos digitais para todas as regiões e indústrias, apoiar a expansão global e fomentar indústrias emergentes juntamente com o aumento da demanda doméstica. Este novo plano está sendo desenvolvido para implementação a partir do segundo semestre de 2021.

Para desenvolver novos *softwares* e indústrias com base na internet, o governo da Coreia do Sul criou uma infraestrutura comum para a *IoT*, nuvem e *big data*. Estas incluem consultoria em mercados internacionais e marketing, além de engajar e fomentar empresas criativas de TIC e o desenvolvimento de conteúdo digital.

Japão

Informações Gerais

Resumo Executivo

O Japão está consideravelmente avançado na implementação de sua rede 5G, além de liderar discussões sobre a arquitetura *Open RAN,* criada com o intuito de possibilitar uma maior diversidade de fornecedores e diminuir a dependência atualmente concentrada em uma cadeia verticalizada com poucos fabricantes de equipamentos. A Rakuten, uma das operadoras nacionais de telecomunicações, tem a rede comercial pioneira no mundo que segue esse modelo.

Os leilões de frequência 5G no país ocorreram em 2019 no modelo chamado de *beauty contest*, em que cada concorrente submete seu plano de implementação. O governo então escolheu a melhor divisão de frequências, outorgando banda para quatro das maiores operadoras do país (NTT Docomo, KDDI, Softbank e Rakuten).

A implementação da infraestrutura no país teve um grande incentivo do governo japonês e vem ocorrendo de maneira acelerada. No entanto, ainda há desafios no lado do desenvolvimento de aplicações, que revelam dificuldades em popularizar os serviços, em desenvolver soluções específicas ou locais, e em encontrar modelos de negócio ideais para esses serviços.

O ecossistema 5G do país é composto principalmente por quatro componentes:

- Governo: teve um papel muito importante em preparar o país para a chegada do 5G, promovendo discussões e revisando leis e regras. Atualmente é o órgão que movimenta o ecossistema para realizar e organizar testes para desenvolver aplicações locais nas diferentes verticais do país, fomentando o uso da tecnologia pela sociedade. Também atua como regulador do ecossistema através do Ministério de Assuntos Internos e Comunicações do Japão (MIC);
- Operadoras de telecomunicações: as quatro operadoras com frequência de 5G no país são japonesas e atuam para cumprir as metas estabelecidas pelo governo no leilão de frequências, construindo rapidamente a infraestrutura no país. Além disso, são responsáveis por desenvolver testes e ajudar a divulgar as inovações e aplicações da tecnologia em diferentes setores da economia. A Rakuten

em particular também atua de forma a agregar diversos fornecedores de equipamentos para discutir e acelerar a padronização da arquitetura *Open RAN*;

- Fornecedores de equipamento: além de fornecerem dispositivos, lideram testes e parcerias para fomentar o uso da tecnologia pelas indústrias. Os fornecedores de *hardware* no Japão são uma parte importante do ecossistema, e empresas nacionais como NEC e Fujitsu atuam para expandir a participação japonesa no fornecimento global de equipamentos;
- Institutos de pesquisa e universidades: desenvolvem aplicações em parceria com os outros componentes da cadeia e capacitam a futura força de trabalho no desenvolvimento do 5G, atuando muitas vezes como locais de testes para as primeiras aplicações em maior escala ou no desenvolvimento de protótipos.

Ainda no ecossistema do país vale destacar que o mercado de *software* japonês é o segundo maior do mundo, mas grande parte desse mercado é terceirizado em outros países, uma vez que o desenvolvimento de *software* no Japão ainda não tem tanto destaque em comparação ao *hardware*.

O governo japonês desempenha um papel importante no fomento do ecossistema 5G. Através do MIC, realizou P&D em tecnologias essenciais à implementação do 5G antes mesmo do leilão de frequências no país, além de demonstrações em parceria com entidades de diversos setores.

O MIC realizou em 2019 e 2020 concursos de ideias de utilização do 5G para capturar soluções abrangentes e regionais, concebidas por comunidades de todo o país, e desenvolver algumas aplicações com base nos conceitos recebidos. Além disso, o governo também estabeleceu indicadores para avaliar a capacidade das operadoras para implementar as redes adotando medidas adequadas de cibersegurança.

O governo elaborou políticas públicas para incentivar o desenvolvimento das TIC no país agrupadas em nove tópicos (promoção de estratégias globais, desenvolvimento na política de telecomunicações, desenvolvimento na política de rádio, desenvolvimento na política de transmissão, promoção de medidas de segurança cibernética, promoção da utilização e aplicação das TIC, promoção de estratégias internacionais para TIC, promoção da administração pública e prevenção de catástrofes através das TIC). Esses tópicos abordam desde discussões para fomento e desenvolvimento da tecnologia, passando por revisões de políticas e regras de concorrência e mercado, até políticas para ampliar a adoção da tecnologia 5G em setores como educação e medicina e sua exportação para outros países.

Existe uma enorme pressão para uma rápida evolução do 5G em todo o país, por ser uma tecnologia que poderá resolver questões sociais, aumentar a produtividade, e reforçar a competitividade internacional em muitos campos. Para tal, o governo também dá incentivos fiscais aos investimentos de 5G.

O governo japonês desempenha um papel importante no incentivo e fomento à implementação e adoção do 5G no país, reestruturando leis e regras e oferecendo diversos incentivos para a adoção do 5G na sociedade. Além do governo, vale destacar que as operadoras de telecomunicações seguem as regras de implementação definidas no planejamento submetido no leilão e focam seus esforços em ampliar a adoção pelo ecossistema. Os fornecedores de equipamento lideram parcerias e testes para o fomento da tecnologia no país. O *Open RAN,* que já tem sido utilizado pela Rakuten, vem como uma solução para possibilitar uma maior inclusão de diferentes fornecedores de equipamentos e soluções na cadeia 5G. Uma característica do país é o expressivo desenvolvimento de *hardware* nacional e um desenvolvimento de *software* forte, porém terceirizado.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O MIC realizou o leilão do espectro 5G em abril de 2019. As operadoras de telecomunicações do país adquiriram frequências nas bandas 3,7 GHz, 4,5 GHz e 28 GHz (n78, n77, n79 e n257). O Japão realizou um modelo de leilão chamado de *beauty contest* (concurso de beleza, na tradução livre do inglês), em que cada concorrente submete seu plano de implementação e o governo escolhe a melhor divisão de regiões e frequências segundo critérios que derivam da própria composição das ofertas recebidas.

O MIC declarou que consideraria a alocação de espectro de 28,3–29,1 GHz para serviços privados locais no futuro. A Tabela 4 resume as faixas leiloadas e as operadoras ganhadoras.

Tabela 4: Resumo do status do leilão de frequências 5G no Japão

Banda	Frequência	*Status* do leilão	Operadora
n78	3,6 - 3,7 GHz	Leiloada	NTT Docomo
n78	3,7 - 3,8 GHz	Leiloada	KDDI
n77	3,8 - 3,9 GHz	Leiloada	Rakuten
n77	3,9 - 4 GHz	Leiloada	Softbank
n77	4 - 4,1 GHz	Leiloada	KDDI
n79	4,5 - 4,6 GHz	Leiloada	NTT Docomo
n257	27 - 27,4 GHz	Leiloada	Rakuten
n257	27,4 - 27,8 GHz	Leiloada	NTT Docomo
n257	27,8 - 28,2 GHz	Leiloada	KDDI
n257	28,3 - 29,1 GHz	A ser leiloada	-
n257	29,1 - 29,5 GHz	Leiloada	Softbank

Como parte da obtenção das frequências, as empresas operadoras se comprometeram a metas de investimento em suas infraestruturas, cobertura dos seus serviços e número de estações rádio bases construídas para os primeiros cinco anos. Um resumo dos compromissos assumidos por cada empresa pode ser encontrado na Tabela 5.[33]

Tabela 5: Compromissos assumidos pelos ganhadores dos leilões de 5G no Japão em cinco anos

<table>
<tr><th colspan="2">Compromisso</th><th>NTT Docomo</th><th>KDDI</th><th>Softbank</th><th>Rakuten</th></tr>
<tr><td colspan="2">Investimento na infraestrutura 5G
(bilhões de dólares)</td><td>7,0</td><td>4,1</td><td>1,8</td><td>1,7</td></tr>
<tr><td colspan="2">Cobertura nacional dos serviços</td><td>97,0%</td><td>93,2%</td><td>64,0%</td><td>56,1%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Número de estações rádio base 5G construídas:</td><td>Bandas de 3,7 e 4,5 GHz</td><td>8.001</td><td>30.107</td><td>7.355</td><td>15.787</td></tr>
<tr><td>Banda de 28 GHz</td><td>5.001</td><td>12.756</td><td>3.855</td><td>7.948</td></tr>
</table>

[33] Compromissos assumidos pelos ganhadores do leilão de 5G no Japão: https://5gobservatory.eu/japan-assigns-5g-spectrum-to-four-operators/

O serviço 5G é fornecido por quatro operadoras de telecomunicações no Japão: NTT Docomo, KDDI, Rakuten e Softbank. De forma geral, elas começaram a implementar os serviços 5G em Tóquio e em outras cidades importantes a partir do segundo trimestre de 2020. Alguns detalhes sobre o desenvolvimento e implementação das redes dessas operadoras encontra-se a seguir:

- A NTT Docomo lançou sua rede 5G em março de 2020, e já tinha uma cobertura em 209 cidades no fim do mesmo ano.
- A KDDI concluiu com êxito o teste da rede 5G *Standalone* (SA) em fevereiro de 2020 em parceria com a Nokia.
- A Softbank selecionou a Ericsson e a Nokia para a implementação de sua rede. A parceria com a Ericsson começou em 2015 com testes de 5G de múltiplas bandas, incluindo 4,5 GHz e 28 GHz. A Nokia está fornecendo à operadora a sua solução 5G AirScale, uma tecnologia que pretende melhorar a experiência em locais públicos cobertos e empresas.
- A Rakuten fez parceria com a NEC em junho de 2020 para desenvolver uma rede 5G *Standalone* (SA) feita no Japão e afirma ter lançado a primeira rede móvel totalmente virtualizada do mundo que utiliza tecnologias de nuvem e *software* de baixo custo baseando-se na arquitetura do *Open RAN.*

Casos de uso da tecnologia 5G

Devido à grande adoção da tecnologia 5G no Japão diversas aplicações já existem e operam de maneira contínua no país. Por exemplo, os dois aeroportos principais de Tóquio, as instalações das Olimpíadas de 2020 e o Tokyo *Sky Tree* têm cobertura 5G.

De forma geral pode-se ver a amplitude e os principais casos de uso da rede 5G por empresas no Japão através dos resultados da pesquisa *Survey on Economic Value Measurements and Current Usage of Digital Data,* que entrevistou representantes de 1.337 empresas em diferentes setores. Os resultados estão expostos na Tabela 6[34].

Tabela 6: Mapeamento de casos de uso do 5G por empresas no Japão (% de respondentes que usam por setor, porte e finalidade de uso)

		Total (n=1337)	Indústria					Porte	
			Manufatura (n=302)	TIC (n=287)	Energia e Infraestrutura (n=206)	Comércio e Distribuição (n=305)	Serviços (n=237)	Grandes empresas (n=766)	PMEs (n=571)
Aplicações	Aprimoramento dos produtos	48,2	36,4	66,6	40,8	43,9	52,7	53	41,7
	Fabricação *indoor*	36,9	58,9	30,7	29,1	32,5	29,1	43,6	28
	Fabricação *outdoor*	32,2	39,4	30,3	41,3	24,9	26,6	39,7	22,1
	Logística	17,8	23,5	12,5	13,6	23,3	13,5	21,9	12,3
	Manutenção	28,3	26,2	35,9	30,1	25,6	24,1	30,3	25,7

Além do uso por empresas, o Japão tem avançado na cobertura para indivíduos, que ainda é concentrada em grandes centros.

[34] Pesquisa sobre casos de uso de 5G por empresas no Japão: https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/whitepaper/2020/pdf/chapter-2.pdf

Desafios para a implementação do 5G

A implementação da infraestrutura 5G no Japão foi incentivada pelo governo japonês e vem ocorrendo em um ritmo acelerado mas, segundo um estudo apresentado em um evento da União Internacional de Telecomunicações (ITU), o *Kaleidoscope* de dezembro de 2020, as três principais preocupações do ecossistema para expansão desta tecnologia vêm ao lado do desenvolvimento de aplicações:

- A implementação e adoção oportuna, resultante da incerteza de quando cada região receberia a cobertura de 5G;
- Incompatibilidade entre oferta e demanda do 5G, resultado da dúvida da cobertura em regiões rurais ou áreas de menor viabilidade econômica para as empresas de telecomunicações;
- Dificuldade de integrar os institutos de pesquisa, universidades e operadoras no desenvolvimento da tecnologia.

Esses desafios revelam uma dificuldade de popularizar o serviço, de desenvolver aplicações específicas ou locais, e de encontrar o modelo de negócios ideal para os serviços.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

O Japão é a terceira maior economia do mundo, mas até pouco tempo tinha um ecossistema de *startups* e empreendimentos relativamente fraco, pouco maduro e dominado por filiais de bancos e de grandes corporações. As inovações tecnológicas foram majoritariamente dominadas por grandes corporações como a Sony e a Toshiba, até que as pequenas e mais velozes *startups,* no estilo Vale do Silício, assumiram essa posição no início do século XXI[35].

Em 2019, o país teve mais de 4 bilhões de dólares investidos em *startups*, o que representou um salto significativo em relação ao 1,6 bilhão de dólares investidos durante 2015 e aos 800 milhões de dólares investidos em 2010. O salto em investimento ocorreu apesar de investidores corporativos (como a Sony) ainda constituírem cerca de 50% dos fundos de capital de risco no país. A ação dessas empresas, juntamente com a mudança de tom no Japão em torno da digitalização e tecnologia, está colocando o mercado de inovação em boa posição para começar a ganhar escala.

Segundo a Organização do Comércio Externo do Japão (JETRO), o ecossistema de inovação no Japão é composto por seis principais elementos[36]:

- Empresas de financiamento: Prestando apoio financeiro às *startups*, os fundos de capitais de risco são os principais atores que investem em empresas não listadas na bolsa e com elevado potencial de crescimento. Recentemente, grandes corporações começaram a investir em empresas de risco elevado para procurar novos negócios, enquanto agências governamentais formaram fundos para fomentar novas indústrias no Japão. Além disso, o número de aceleradoras que apoiam o crescimento das *startups* através de consultorias, tutoriais etc. está aumentando.
  Exemplos:

[35] Ecossistema de capital de risco no Japão: https://unravel.ink/is-japans-venture-capital-ecosystem-finally-coming-of-age/

[36] Ecossistema de inovação no Japão: https://www.jetro.go.jp/en/jgc/keyplayers.html

- Aceleradoras como a Plug and Play Japan, Mistletoe Japan e Leave a Nest;
    - Empresas de capital de risco como a World Innovation Lab, DCM e ITOCHU Technology Ventures;
    - Empresas de capital de risco universitário como a The University of Tokyo Edge Capital (UTEC), Kyoto University Innovation Capital Co. (KYOTO-iCAP) e Keio Innovation Initiative (KII);
    - Empresas de capital de risco afiliadas a instituições financeiras como a Mitsubishi UFJ Capital e Mizuho Capital;
    - Empresas de capital de risco relacionadas ao governo como a Japan Investment Corporation (JIC);
    - Empresas de capital de risco relacionadas a corporações como a KDDI Corporation, Mitsui Fudosan, NTT Docomo Ventures e Sony Innovation Fund.

- Institutos de pesquisa: Os institutos públicos de pesquisa são atores importantes no ecossistema da inovação japonesa, contribuindo inclusive com o lançamento de *startups*, conforme indica a pesquisa *FY 2018 Industrial Technology Survey,* publicada pelo Ministério da Economia, Comércio e Indústria. Segundo o estudo, o número de *startups* lançadas pelas universidades vem aumentando desde 2014, atingindo 2.278 em 2018.
  Exemplos:
    - Universidades como a Universidade de Tóquio, Universidade de Kyoto, Universidade de Osaka, Universidade de Tsukuba e a Universidade de Keio;
    - Institutos de pesquisa como o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação (NICT), Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (JAXA) e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada (AIST).
- Mídia: É muito importante que as *startups* trabalhem com os meios de comunicação nas suas estratégias de contratação e marketing para atraírem a atenção de potenciais parceiros comerciais, investidores e colaboradores. Nos últimos anos, as *startups* japonesas têm atraído muita atenção por estarem cada vez mais presentes nos meios de comunicação de massas como a televisão, jornais, rádios, revistas, portais de notícias online.
  Além disso, muitos meios de comunicação passaram a trabalhar em conjunto com fundos de capital de risco e universidades para divulgar notícias de elevado potencial.
  Exemplos: TechCunch Japan (*Verizon Media Japan* KK), BRIDGE (PR Times, Inc.) e 36Kr Japan KrASIA.
- Governo: Nos últimos anos, o governo japonês vem incentivando fortemente o ecossistema de *startups* e inovação no país. Com o movimento de cada ministério e agência, o governo visa um desenvolvimento dinâmico através de medidas de apoio abrangentes, tais como a desregulamentação e subsídios, além de estabelecer conexões com organizações públicas e operadores estrangeiros. Além disso, os governos locais em todo o Japão estão promovendo suas próprias iniciativas.
  Em 2020, o gabinete do governo anunciou a criação do projeto Global Startup City, em que governos locais, universidades e organizações privadas formaram comitês para reforçar a coordenação dos ecossistemas existentes, não limitado a organizações ou regiões, promovendo políticas e cooperação entre os setores público e privado.
  Exemplos: Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI), Agência de Ciência e Tecnologia do Japão (JST), J-GoodTech (*SME Support Japan*), Organização de Desenvolvimento de Energias Novas e Tecnologia Industrial (NEDO), X-HUB Tokyo (Governo Metropolitano de Tóquio) e Osaka Innovation Hub (Cidade de Osaka).

- Especialistas: *Startups* enfrentam diversos desafios durante cada fase de crescimento. Existem prestadores de serviços que as apoiam nesses desafios e são também atores importantes para a construção de um ecossistema de inovação.
  Exemplos: AZX Corporation, GVA LAW OFFICE e Takram.
- Encontro de negócios: No Japão existem centros para promover encontros de partes interessadas no ecossistema da inovação. Estes incluem comunidades privadas que organizam conferências e eventos, comunidades criadas por fundos de capital de risco e empresas que criam e organizam eventos. Alguns desses eventos e serviços estão abertos à participação de empresas estrangeiras, o que incentiva a globalização do ecossistema.
  Exemplos:
  - Aceleradores como CREWW INC;
  - Eventos ou comunidades como Venture Café Tokyo, Infinity Ventures Summit (Infinity Ventures) e Innovation Leaders Summit (Project Nippon);
  - Localizadoras de *startups* como a Startup DB.

O ecossistema do 5G utiliza muitos dos mecanismos e estruturas do ambiente de inovação, além de ter quatro atores principais que influenciam especificamente a sua evolução: o governo, as operadoras de telecomunicações, os fabricantes de equipamentos e o meio acadêmico.

Esses atores são guiados principalmente pelo governo, que tem dois principais papéis:

1) Regular e fiscalizar, através do MIC;
2) Promover, através de incentivos políticos e fiscais, o desenvolvimento de testes em parceria com indústrias e empresas de telecomunicações.

Em dezembro de 2018, o governo anunciou que os seus ministérios devem, em princípio, procurar aconselhamento do Gabinete de Planejamento Estratégico de Tecnologias de Informação e Comunicação (TI) e do Centro de Segurança Cibernética sobre medidas para evitar "riscos de cadeia de fornecimento" nos procedimentos de aprovisionamento. Desde abril de 2019, o governo tem excluído tecnologias chinesas do seu processo, levando os licenciados do espectro 5G a deixarem de utilizar tecnologias chinesas para serviços de rede 5G.

O segundo papel importante dentro desse ecossistema está com as quatro operadoras de telecomunicações que receberam frequências no leilão (NTT Docomo, KDDI, Rakuten e Softbank). Além de construírem a infraestrutura, elas são responsáveis por desenvolver alguns casos de uso e testes em conjunto com governos, fabricantes de equipamentos, universidades e mídia, ajudando a divulgar as inovações e aplicações da nova tecnologia. Elas trazem também os fabricantes de equipamentos, um outro elo do ecossistema, através de parcerias e projetos.

Os fabricantes de equipamento também desempenham um papel muito importante no ecossistema 5G do Japão pois, além do fornecimento de equipamentos, lideram testes e parcerias para fomentar o uso da tecnologia pelas indústrias. Atualmente os principais fabricantes presentes no Japão são: Nokia, Ericsson, Samsung, NEC, Fujitsu, ZTE e Huawei. Fabricantes nacionais como a NEC e Fujitsu estão se esforçando para aumentar sua participação no mercado global de fornecimento de equipamentos e o *Open RAN* é uma boa oportunidade para a diversificação dos fornecedores tradicionais (Nokia, Ericsson e Huawei) e a inclusão de uma maior participação de empresas japonesas na cadeia de valor global.

Como exemplos de parceria, a Nokia já tinha colaboração com cinco empresas industriais no Japão[37] antes do lançamento do leilão de frequências do 5G, numa tentativa de desenvolver aplicações industriais 4.0:

- *NS* (*Nippon Steel*) *Solutions* para desenvolver a fábrica *IoT;*
- Marubeni para *IoT* global;
- Internet Initiative Japan para operadoras móveis virtuais;
- Equinix para centros de dados em nuvem e globais;
- Hitachi Kokusai Electric para infraestruturas sociais inteligentes e cidades inteligentes com soluções de vídeo.

Outro exemplo é a *Nokia Local 5G Technology Partnership*[38], uma aliança estratégica envolvendo Conexio, Hitachi Kokusai, NS (Nippon Steel) Solutions, Omron e Sharp para acelerar a adoção de soluções empresariais com base em 5G no Japão.

O Japão tem a única rede *Open RAN*[39] comercial no mundo implementada pela Rakuten, que utiliza *hardware* e *software* de diversos fornecedores, incluindo Altiostar, Airspan e Nokia. A rede foi inicialmente implementada como uma rede 4G LTE e depois atualizada para 5G com equipamentos da NEC. A iniciativa veio com o intuito de diminuir a dependência de uma cadeia verticalizada com poucos fabricantes de equipamentos e possibilitar uma maior diversidade e especialização de fornecedores.

Por fim, os institutos de pesquisas e universidades têm um papel de desenvolver aplicações em parceria com outros atores da cadeia e capacitar a futura força de trabalho no desenvolvimento do 5G, atuando muitas vezes como os principais ambientes de testes de maior escala no país e no desenvolvimento de protótipos em suas parcerias.

Cenário de *software*

O mercado de *softwares* no Japão é o segundo maior no mundo, com grande participação de *softwares* customizados, com ajustes para atender pedidos específicos devido à alta demanda por qualidade. Grande parte deste mercado é terceirizado em outros países, uma vez que os desenvolvedores de *software* no Japão não têm boa remuneração, status e foco das empresas japonesas.

Com a tendência da indústria global de computação em direção a sistemas abertos e de tamanhos reduzidos, com o desenvolvimento de *softwares* empacotados e também a evolução de *software houses* (empresas especializadas em desenvolver e comercializar sistemas ou programas de computador), a estrutura da indústria japonesa de *software* apresenta fraquezas críticas, principalmente pelo alto grau de personalização que dificulta ganhos de eficiência das fábricas de *software.* No Japão, 20% dos sistemas de TI de missão crítica têm mais de 20 anos, e espera-se que isso aumente para 60% até 2025. Essa infraestrutura antiga ainda acarreta em problemas como limitação de fornecedores pelo fato de possuírem estruturas proprietárias, altamente customizadas e hospedadas em sistemas dedicados.

Podemos citar também como fraquezas do desenvolvimento de *softwares* japoneses o apego pelo perfeccionismo e a cultura empresarial no Japão que tende a favorecer a comunicação sutil, priorizando as relações

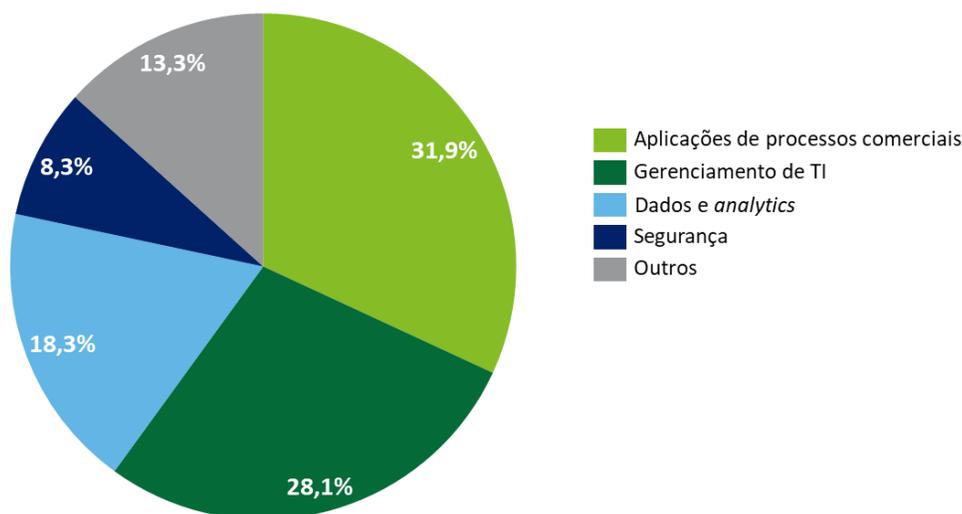
[37] Nokia 5G privado: https://enterpriseiotinsights.com/20210421/channels/news/nokia-to-deploy-dedicated-5g-in-japan-aichi
[38] *Nokia Local 5G Technology Partners*: https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2020/12/09/nokia-strengthens-5g-private-wireless-ecosystem-in-japan-with-industry-leading-alliance
[39] https://www.rcrwireless.com/20210204/asia-pacific/ntt-docomo-creates-5g-oran-ecosystem-12-partners

interpessoais, a harmonia de grupo e o consenso ao invés da tomada de decisões rápidas e mudanças que podem perturbar o ambiente de trabalho. Esse comportamento faz com que diversos lançamentos sejam atrasados e oportunidades de uso das aplicações sejam perdidas. Outros pontos que dificultam são a barreira linguística, o alto nível de terceirização das empresas japonesas com seus setores de desenvolvimento de *software* e a escassez significativa de trabalhadores qualificados no setor de TI no Japão para apoiar a digitalização do país. Apenas cerca de 1% de sua população é relacionada à TI, enquanto países como os EUA possuem cerca de 3%. Além disso, esses talentos de TI estão desigualmente distribuídos entre as empresas, não havendo pessoal suficiente para liderar o desenvolvimento quando empresas tentam usar dados para lançar negócios inovadores[40].

Outro ponto crítico para o atraso no desenvolvimento de *softwares* no Japão é que, segundo o MIC, entre 1995 e 2017 o investimento anual em TIC por empresas japonesas tem permanecido no mesmo nível enquanto empresas americanas e francesas triplicaram seus investimentos no mesmo período [41].

Em valores, o mercado do Japão representa 7,2% do mercado mundial e 23,1% do mercado APAC (*Asia Pacific*), com um valor estimado, em 2020, de 42 bilhões de dólares. Apesar de uma queda no mercado durante a pandemia (-2,8% em relação ao ano de 2019), a CAGR entre 2016 e 2020 foi de 2,8% e a expectativa é de que esse crescimento seja de 7,9% de 2020 a 2025, atingindo 61,4 bilhões de dólares ao fim desse período[42].

A Figura 5 apresenta a composição do consumo de *softwares* no país em 2020, com uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI que, juntos, representam 60% dos *softwares* adquiridos no país.

Figura 5: Segmentos do mercado de *software* no Japão (2020)[43]

[40] IT人材白書2019 [Falta de talentos em TI no Japão]: https://www.ipa.go.jp/files/000073566.pdf
[41] ICT投資の状況 [Status de investimentos em ICT no Japão]: https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd112210.html
[42] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado "*Japan – Software, February 2021*", MarketLine
[43] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento,

O mercado japonês de fornecedores de *software* é dominado por empresas nacionais, como a NTT DATA (fornecedora de serviços de TI B2B), Otsuka (fornecedora de serviços de integração de sistemas e serviços de apoio relacionados) e SCSK (fornecedora de desenvolvimento de sistemas, manutenção e operações de sistemas, vendas de pacotes de *software*/*hardware* e negócios de cartões pré-pagos) e empresas multinacionais como a Microsoft. Apesar disso, o mercado ainda é bastante fragmentado, composto por muitas empresas menores.

Novas iniciativas, como a Sociedade 5.0, promovida pelo governo do Japão desde 2016 (mais detalhes abaixo), estão criando potencial de crescimento para empresas em setores emergentes incluindo robótica, inteligência artificial e *IoT*, impulsionando o crescimento no mercado de *software* nos próximos anos.

Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 7 bilhões de dólares em exportação, o equivalente a 4% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) representaram 3% de todos os serviços exportados, com valor total de 5,2 bilhões de dólares.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 20,1 bilhões de dólares, 10% do total. Já os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) foram responsáveis por 18,3 bilhões de dólares, 9% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra um balanço comercial negativo para o Japão, com importações maiores que exportações, indicando maior dependência em relação ao fornecimento externo de serviços computacionais, incluindo *software*.

Apesar do histórico de atraso no desenvolvimento de *softwares* no país, com a pandemia de Covid-19, houve uma aceleração na digitalização das empresas japonesas, com um aumento em soluções de *software* como serviço com base em plataformas na nuvem, lideradas por empresas como Microsoft, Alphabet, IBM, Oracle, Hewlett Packard, Salesforce, Softbank e Fujitsu.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

O governo japonês é um importante ator no ecossistema 5G, agindo como um grande facilitador da tecnologia em todos os aspectos.

Antes da padronização da tecnologia 5G, o governo japonês já fomentava as discussões no ecossistema, criando o Fórum de Promoção das Comunicações Móveis de Quinta Geração (5GMF) em setembro de 2014, em que compilou tecnologias e requisitos essenciais, promoveu as pesquisas e o desenvolvimento, compartilhou informação com outras organizações de promoção 5G e reforçou a cooperação internacional, além de fomentar experimentos e demonstrações.

---

aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.

Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.

Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT.*

Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.

Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.

Enquanto acompanhava a padronização internacional, o MIC avançou com iniciativas para a implementação do 5G no Japão. As iniciativas incluíram pesquisa e desenvolvimento em tecnologias fundamentais, experimentos de demonstração para gerar novos mercados, definição de bandas de frequência de 5G e de condições técnicas. Essa fase teve como principais atividades os seguintes tópicos:

- 5G P&D: O MIC realizou P&D em tecnologias essenciais à implementação de 5G desde 2015 até 2018.
- Demonstrações abrangentes de 5G: O estabelecimento de empresas de 5G após a implementação comercial do 5G requer novas abordagens empresariais que diferem das abordagens convencionais da indústria móvel. O MIC realizou demonstrações com participação de entidades de diversos setores desde 2017 para ajudar a desenvolver novos mercados através da implementação de 5G.
  Em janeiro de 2019, o MIC realizou um "Concurso de ideias de utilização 5G" para a demonstração de aplicações 5G, concentrando-se na utilização de 5G para a realização de soluções abrangentes para questões regionais, concebidas por comunidades locais de todo o país. No ano de 2020, algumas das ideias foram selecionadas para desenvolvimento de testes[44], incluindo:
  - Aplicações agrícolas:
    a. Automação do funcionamento automático dos tratores e outras máquinas agrícolas por controle remoto;
    b. Automação do trabalho agrícola por robôs agrícolas;
    c. Visualização de tecnologia de agricultores qualificados utilizando óculos inteligentes.
  - Aplicações industriais:
    a. Construção de um sistema de expansão horizontal para pequenas e médias fábricas locais;
    b. Desenvolvimento de apoio ao trabalho remoto utilizando tecnologia de realidade mista;
    c. Automatização da inspeção visual e realização da confirmação da qualidade a distância;
    d. Desenvolvimento de fábricas sem fios;
    e. Desenvolvimento de um mecanismo de apoio à segurança dos veículos autônomos.
  - Aplicações de infraestrutura/governo:
    a. Desenvolvimento de inspeção remota e em tempo real de trens e patrulha de ferrovias;
    b. Desenvolvimento de um mecanismo que contribui para a promoção da descentralização do tempo e dos locais de estadia dos turistas;
    c. Desenvolvimento da revitalização regional através da utilização eficaz das instalações através do esporte eletrônico;
    d. Desenvolvimento de nova experiência turística utilizando a tecnologia de realidade mista;
    e. Sofisticação do trabalho de prevenção de catástrofes e evacuação rápida dos residentes;
    f. Construção de um novo modelo que contribui para melhorar a segurança através de patrulha e monitorização à distância.
  - Aplicações na área de saúde:
    a. Desenvolvimento de telemedicina e orientação de reabilitação por hospitais centrais em clínicas remotas;
    b. Desenvolvimento de clínicas ambulatórias especializadas para médicos em hospitais centrais, tais como os de ilhas remotas, com apoio remoto de especialistas.

---

[44] Testes 5G desenvolvidos pelo governo: https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/pressrelease/2020/10/16_03.html

- Aprovação de planos de estabelecimento de estações rádio base: o MIC estabeleceu indicadores para avaliar a capacidade de uma operadora para implementar de forma flexível em locais urbanos ou rurais com viabilidade comercial. Analisou também a antecipação da instalação em áreas prioritárias para assegurar a expansão abrangente e sólida de diversos serviços que aproveitam do 5G, melhorando a segurança e confiabilidade dos equipamentos de telecomunicações, adotando medidas adequadas de cibersegurança e de riscos da cadeia de fornecimento.

Desde o lançamento dos serviços comerciais em 2020, as operadoras vêm avançando com a expansão de sua cobertura, conforme detalhado em seus respectivos planejamentos.

Em paralelo, o MIC avança com avaliações de próximas fases de atribuição de frequências 5G, além de prosseguir com outros programas para implementar e expandir o 5G, incluindo exames técnicos, trabalhos de sistematização para o 5G local e esforços em pesquisa e desenvolvimento.

Sociedade 5.0

Em janeiro de 2016, o governo japonês apresentou a iniciativa Sociedade 5.0 como um conceito central no quinto Plano Básico de Ciência e Tecnologia (STI) e em 2017 a identificou como uma parte central da estratégia de crescimento para o futuro. Em abril de 2021, o sexto STI promoveu e impulsionou ainda mais as atividades de desenvolvimento alinhadas com a visão da Sociedade 5.0.

Sob a visão da Sociedade 5.0, o Japão pretende criar um modelo econômico altamente eficiente, incorporando com sucesso uma série de inovações tecnológicas (como IA e *IoT*) na vida cotidiana para criar um "sistema ciber-físico", no qual o ciberespaço e o espaço físico são fortemente integrados. A expectativa do governo japonês com a iniciativa é de conduzir seu país para uma era melhor em termos de tecnologia, riqueza e sustentabilidade.

Com este objetivo o governo do Japão decidiu fazer grandes investimentos em setores como a aprendizagem de máquinas, *IoT* e robótica. Nos próximos cinco anos, o Japão planeja investir cerca de 225 bilhões de dólares em vários programas de pesquisa e desenvolvimento, com a expectativa de contrapartida da indústria de 675 bilhões de dólares. Outros 75 bilhões de dólares serão usados para impulsionar as universidades japonesas com melhor desempenho na competição global.

O país também está focado em fazer o melhor uso da IA e das grandes tecnologias de dados em sua sociedade futurista, planejando investir cerca de 4 bilhões de dólares até 2034 no mesmo segmento.

Para atingir esses objetivos, o sexto STI incorporou três principais políticas:

1. **Integração do ciberespaço e do espaço físico para trazer reformas sociais e estruturais**: Sob esta política, o governo adotará uma estratégia de dados, promoverá a digitalização através da IA e tecnologias relacionadas, e incentivará a neutralidade de carbono. A administração japonesa também criou um "Fundo de Inovação Verde" para assegurar o desenvolvimento sustentável planejado no país.
   A criação de um ecossistema de *startups* saudável, cidades inteligentes e vários outros programas estratégicos de inovação também são mencionados nesta política como passos importantes para o desenvolvimento de uma sociedade avançada.

2. **Aumento da pesquisa e criação de conhecimento para desenhar uma nova sociedade poderosa**: O Japão aprovou um fundo de 91 bilhões de dólares para as melhores universidades do país com o objetivo de melhorar a competição em relação aos institutos de pesquisas globais.
   O governo japonês também apoiará jovens pesquisadores e cientistas nos próximos anos para que novas ideias e tecnologias inovadoras possam ser monetizadas, se tornem parte da Sociedade 5.0 e tragam mais desenvolvimento.
3. **Melhoria no ambiente de aprendizagem e recursos humanos:** A promoção da educação digital e da pesquisa nos campos da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática permitirá às universidades nivelar seu ecossistema educacional e ajudará o desenvolvimento de recursos humanos no país para fortalecer a nova sociedade.

Para atender às metas da Sociedade 5.0 o sexto STI também inclui provisões para assegurar o rápido crescimento no campo dos supercomputadores, mecânica quântica, 5G, tecnologia espacial e semicondutores, impulsionando o crescimento no mercado de *software* nos próximos anos.

Alinhada à iniciativa, a JETRO promoveu, em agosto de 2021, o projeto *Japan Challenges for Society 5.0*, um concurso para *startups* estrangeiras interessadas em resolver alguns dos problemas enfrentados pela sociedade japonesa, já ilustrando o interesse do governo em estimular o ecossistema japonês para receber inovações via *startups* locais e internacionais[45].

Políticas públicas adotadas

O governo participou e participa de maneira ativa através de políticas públicas, criando e fomentando discussões, promovendo incentivos tributários, reavaliando e criando regulações. A administração elaborou suas políticas públicas de TIC direcionadas em nove tópicos relacionados às mudanças proporcionadas pelo 5G[46]:

1. Promoção de estratégias globais: a Sede Estratégica de TI estabeleceu os “Princípios da Nova Política de TI para a Era Digital”, a “Declaração para ser a Nação Digital Mais Avançada do Mundo: Um Plano Básico para o Progresso da Utilização de Dados dos Setores Público e Privado” e o “Plano de Ação da Estratégia de Crescimento”. Estes direcionadores discutem condições gerais para que o Japão floresça na competição internacional da era digital e resolva os desafios do país através da digitalização de todos os aspectos da sociedade, estabelecendo regras para os mercados digitais, serviços públicos inteligentes, e infraestruturas da próxima geração.
2. Desenvolvimentos na política de telecomunicações: O MIC realizou uma revisão abrangente das regras de concorrência e tópicos relacionados no campo das telecomunicações, fomentando discussões sobre neutralidade de rede, criando grupos de estudo para avaliar uso de informações e o ambiente competitivo do mercado de telefonia móvel, além de conduzir verificações de mercado para garantir a competitividade.
   O subcomitê especial examinou as medidas consideradas necessárias às telecomunicações no futuro, com base nas topologias de rede que existirão por volta de 2030, e compilou um relatório sobre as orientações destes esforços políticos.
   O governo também analisou, discutiu e implementou políticas de segurança do ecossistema, como políticas de assistência ao consumidor, utilização da internet para jovens, sistemas operacionais para normas técnicas sobre instalações de telecomunicações e uso de informações.

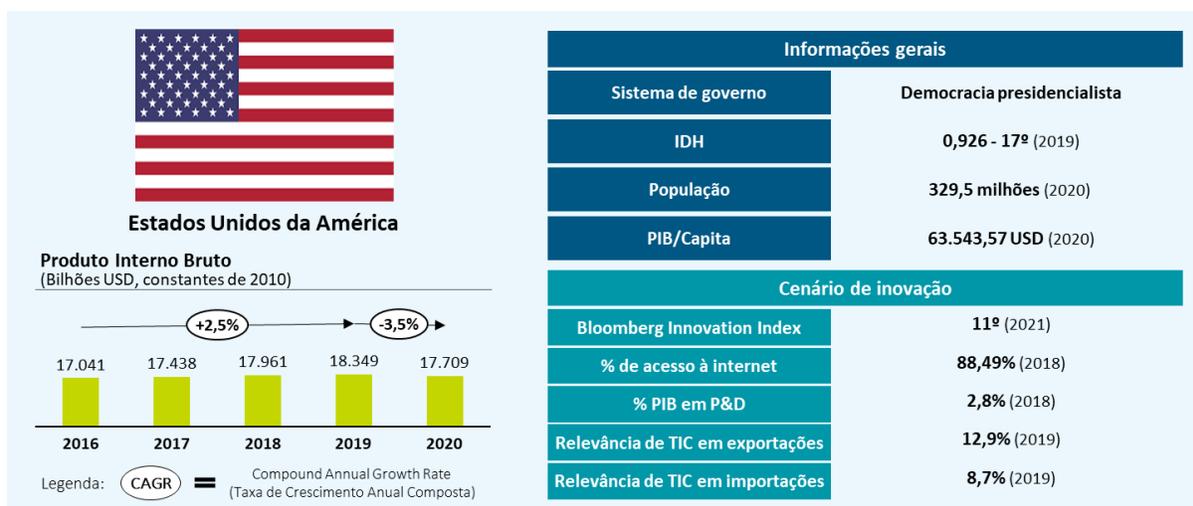
[45] *Japan Challenge for Society 5.0*: https://www.jetro.go.jp/en/events/japanchallenge.html
[46] Estratégia TIC Japão 2020: https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/whitepaper/2020/

3. Desenvolvimentos na política de radiofrequência: O MIC tomou medidas para a implementação do 5G, promoção da utilização eficaz do espectro de rádio, realização de redes de Segurança Pública LTE (PS-LTE), abordagens para a construção de estações rádio base, e estabelecimento de ambientes de utilização de rádio.
4. Desenvolvimentos na política de transmissão: O MIC promoveu o desenvolvimento de serviços de transmissão como serviços 4K e 8K, tomou medidas para reforçar a resistência das redes às catástrofes de transmissão e promoveu a exportação de conteúdos de transmissão.
5. Promoção de medidas de segurança cibernética: O MIC realizou análises de planos de ação e desenvolveu uma política de cibersegurança. O MIC criou um grupo de trabalho constituído por peritos em segurança e lançou o “*IoT*/5G Medidas Globais de Segurança 2020”.
6. Promoção da utilização e aplicação das TIC: O MIC tomou medidas para ampliar a adoção da tecnologia pela sociedade. Promoveu o teletrabalho e a aplicação das TIC na Educação, Medicina e outros campos, construiu políticas para o desenvolvimento local utilizando infraestruturas TIC, tomou medidas para a criação de ambientes onde todos podem desfrutar de conveniência através das TIC.
7. Promoção de pesquisa e desenvolvimento das TIC: O MIC desenvolveu estratégias de P&D para obter TIC de ponta em todos os aspectos da sociedade, tomou medidas para a assistência à criação de inovação utilizando financiamento competitivo.
8. Promoção de estratégias internacionais para as TIC: Sob a direção do MIC foi estabelecido o “Plano de Ação do MIC de Implantação Ultramarina 2020” e foram tomadas medidas para apoiar a implementação da tecnologia japonesa nas TIC em outros países.
9. Promoção da administração pública e prevenção de catástrofes através das TIC: O MIC promove o *e-government* e a informatização no domínio da prevenção de catástrofes.

Existe uma enorme pressão para uma rápida evolução do 5G em todo o país dado que 5G, como infraestrutura-chave do século XXI, poderá resolver questões sociais, aumentar a produtividade, e reforçar a competitividade internacional em muitos campos. Consequentemente, em 2020, o sistema fiscal foi alterado e a legislação necessária foi arranjada para proporcionar incentivos fiscais aos investimentos de 5G. Investimentos em equipamentos e instalações de acordo com planos de instalação autorizados são elegíveis para receber medidas especiais de isenção fiscal limitadas a um período de dois anos. O objetivo dos incentivos fiscais é impulsionar a implementação a nível nacional e a adoção das infraestruturas de telecomunicações necessárias à prestação de serviços 5G.

O governo também criou um decreto estipulando que as licenças dos planos de desenvolvimento e fornecimento devam se basear nos critérios de segurança e confiabilidade, estabilidade do fornecimento e abertura. A lei também permite às empresas que desenvolvam e forneçam tais sistemas, e às empresas que utilizem sistemas que tenham recebido autorização do Ministério recebam incentivos fiscais e assistência financeira para promover o investimento 5G (limitado às empresas que implementam sistemas).

EUA

Informações Gerais

Resumo Executivo

Os Estados Unidos são um dos líderes globais na implementação da infraestrutura 5G. O país tem mais de 40.000 antenas, presentes em mais de 2.500 cidades americanas. Os leilões de espectro de frequência no país seguem um sistema mais complexo em comparação a outros países, pois, além da divisão das faixas de frequência, há também uma divisão de localidade, de modo que milhares de licenças sejam leiloadas. Desde janeiro de 2019 até o momento, quatro leilões de frequências para 5G ocorreram no país e as principais operadoras do país, Verizon, AT&T e T-Mobile, garantiram sua parte do espectro.

Os valores arrecadados com os leilões americanos são, de longe, os mais altos do mundo, somando mais de 91 bilhões de dólares até o momento. Esse cenário pode trazer dificuldades e atrasos para a implementação acelerada da infraestrutura 5G, pois o alto valor pago pelas frequências pode dificultar investimentos no curto prazo. Por exemplo, a migração de infraestrutura de 5G NSA (*Non-Standalone*) para 5G SA (*Standalone*) pode demorar, diminuindo assim a gama de benefícios de baixa latência da nova tecnologia. Assim, a demanda por serviços e aplicações de 5G por parte da população e empresas pode demorar mais do que se esperava e, consequentemente, a oferta dessas soluções também, pois a demanda é o principal motor da oferta, ainda mais nos Estados Unidos, por seu direcionamento de livre mercado.

O ecossistema 5G do país é composto principalmente por:

- Governo: o governo atua no âmbito estratégico do 5G a nível mundial ao advogar pela suposta falta de segurança de empresas chinesas e promover tecnologias abertas como o *Open RAN* e, assim, transformar o ambiente competitivo mais favorável a empresas americanas. A FCC (*Federal Communications Commission*), órgão regulador de telecomunicações do país, é o responsável por organizar os leilões dos espectros de frequência e por promover a inovação de *Open RAN* e 5G através de suas Zonas de Inovação, grandes *testbeds*, em parceria com algumas universidades.

- Operadoras de telecomunicação: além de construírem a infraestrutura no país, atuam como um dos principais promotores e desenvolvedores de aplicações da tecnologia ao fomentar iniciativas, laboratórios e incubadoras específicos para 5G e tecnologias de rede, como a O-RAN Alliance cofundada pela AT&T.
- Grandes empresas de tecnologia (*big techs*): elo extremamente importante do ecossistema de inovação, responsáveis pelo desenvolvimento de aplicações alavancadas com o uso do 5G. Também fomentam outros atores do ecossistema com participação e financiamento de laboratórios e incubadoras específicos para 5G e tecnologias de rede, como as iniciativas *Telecom Infrastrucutre Project* (TIP), fundadas pelo Facebook.
- Institutos de pesquisa e universidades: forte papel na promoção de pesquisa e desenvolvimento nos Estados Unidos. É comum fazerem parcerias com empresas do setor privado para que a tradução de conhecimento para soluções comerciais seja mais eficiente.
- Pequenas empresas e *startups*: papel fundamental na inovação dos EUA nos últimos anos. Precisam ser suportadas pelos outros atores do ecossistema nessa fase inicial de 5G, pois a demanda por soluções e aplicações desse tipo de tecnologia ainda é baixa e o retorno financeiro é muito incerto.

A estratégia central do governo americano é baseada em iniciativas que dão as bases e condições mais favoráveis às empresas do país. Existem dois exemplos claros dessa abordagem. O primeiro é o fato de a Casa Branca atuar no cenário internacional para que outros países não trabalhem com tecnologia 5G de empresas chinesas. O segundo trata-se da promoção de tecnologias abertas como a *Open RAN*, que permite a desagregação da rede, diminuindo a dependência de fornecedores detentores de toda a tecnologia dos equipamentos da infraestrutura e permite que inúmeras outras empresas entrem nesse mercado, com maior foco em *software* e menor foco em *hardware*. Esses dois movimentos são reflexos do relativo atraso dos EUA em relação aos seus concorrentes europeus e, em especial, chineses. Isso é efeito de não ter um representante forte na parte de equipamentos de rede desde o início dos anos 2000, após uma série de vendas e spin-offs de empresas de tecnologia como a Lucent e a Motorola. Desde então, o governo dos EUA não fomentou a criação de uma nova empresa nacional forte nesse setor.

O governo americano tem por tradição ser pouco intervencionista e adepto do livre mercado, deixando a iniciativa privada ditar o ritmo e condições em que a tecnologia será implementada. Por isso, vemos apenas um caso de fundo financiado com dinheiro público para o desenvolvimento do 5G: o Fundo 5G para a América Rural, que pode oferecer até 9 bilhões de dólares para as operadoras implementarem serviços móveis 5G avançados na América rural. Fora esse exemplo específico, outras políticas públicas visam atualizar regulações que possam estar obsoletas e travando o avanço do 5G.

No contexto pós pandemia, o governo americano aprovou um pacote de infraestrutura do governo de Joe Biden no valor total de 1,2 trilhão de dólares. Esse pacote não prevê explicitamente verbas específicas para infraestrutura de 5G, no entanto, 65 bilhões de dólares são destinados para a melhoria da infraestrutura de internet banda larga no país.

Por fim, pode-se dizer que os EUA têm em seu governo um papel central no direcionamento estratégico do mercado global e de facilitador para o desenvolvimento do 5G internamente, com pouco investimento público no mercado. Assim, o ecossistema americano de inovação, que já se provou ser um dos mais avançados do mundo, é muito bem equilibrado com vários atores importantes e com relevância especial das grandes empresas de tecnologia, devendo novamente se basear em suas capacidades para colocar e manter o país entre os líderes mundiais da tecnologia 5G.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

A Comissão Federal de Comunicação (FCC) é a responsável pelos leilões de 5G no país, que possui um modelo diferente e mais complexo de alocação de espectros, já que são feitos por blocos de frequências e localidades, resultando em milhares de licenças a serem leiloadas. Qualquer empresa pode participar do leilão, não sendo somente restrito às operadoras. A expectativa é que essa dinâmica faça com que a arrecadação com as licenças seja maior por criar mais competição entre os interessados.

Os primeiros leilões focaram nas bandas de *mmWave*, e foram realizados conforme a ordem a seguir:

- 1º leilão – Alocação da banda de 28 GHz feita em janeiro de 2019. Arrecadou um total de 702,6 milhões de dólares, com as licenças sendo vendidas em uma base municipal, com todas as frequências alocadas com exceção de dois blocos de 425 MHz;
- 2º leilão – Alocação da banda de 24 GHz feita em maio de 2019. Arrecadou um total de 2 bilhões de dólares, com as licenças sendo vendidas em blocos de 100 MHz e por áreas econômicas parciais, regiões mais abrangentes que os municípios;
- 3º leilão – Alocação das bandas de 37, 39 e 47 GHz feitas em março de 2020. Arrecadou um total de 7,6 bilhões de dólares.

Em seguida, foram feitos os leilões das médias frequências, mais adequadas para usos comerciais gerais, resultando numa arrecadação de 81,1 bilhões de dólares para 280 MHz de espectro da banda de 3,7 GHz –21 empresas conseguiram alguma parte desse espectro.

Como há uma grande gama de ganhadores do leilão, traz-se seus resultados para as principais operadoras do país, que adquiriram licenças nos leilões dos dois tipos de bandas:

- A Verizon despendeu 1,6 bilhões de dólares em 4.490 licenças em 411 áreas nos leilões de alta frequência e 45,5 bilhões em 3.511 licenças de média frequência;
- A AT&T despendeu 1,2 bilhão de dólares em 3.267 licenças de alta frequência em 411 áreas e 23,4 bilhões em 1.621 licenças de média frequência;
- A T-Mobile despendeu 873 milhões de dólares em 2.384 licenças de alta frequência em 399 áreas e 9,4 bilhões em 142 licenças de média frequência, e incluiu as 127 licenças de alta frequência em 38 áreas adquiridas pela Sprint por 114 milhões através da aquisição da empresa entre os leilões.

Os próximos leilões a serem conduzidos são os da banda de 3,45 GHz e devem ocorrer em outubro de 2021.

Até o fim do primeiro trimestre de 2021, as empresas dos EUA já haviam instalado mais de 40.000 antenas de 5G, dando cobertura a mais de 2.500 cidades. Em termos de número de antenas instaladas, os EUA ficam atrás da China, Japão e Coreia do Sul. Entretanto, a maior parte da infraestrutura de suporte das antenas é do tipo 5G NSA (*Non-Standalone)*, construído em cima da infraestrutura de 4G e fornecendo melhorias limitadas de latência aos usuários.

Casos de uso da tecnologia 5G

Existem pilotos de aplicações para empresas sendo desenvolvidos principalmente pelas universidades americanas. Alguns testes com seus resultados disponibilizados são apresentados abaixo:

- A Stanford University anunciou, em março de 2021, uma aplicação de defesa utilizando drones, incluindo especialmente um sistema que permite o controle das aeronaves mesmo com ataques cibernéticos que tentem interferir com a rede durante sua operação. O desenvolvimento foi conduzido em conjunto com as universidades de Princeton e Cornell.
- As universidades de Purdue e da Carolina do Norte, em 2019, testaram aplicações para tornar maquinário agrícola em aparelhos de *IoT*, como o uso de tratores controlados por uma rede de 5G;
- A New York University, que vem trabalhando em aparelhos de tecnologia assistiva como uma mochila com sensores que ajuda um usuário a se orientar em diversos espaços, desenvolveu aplicações usando o 5G para terceirizar todo o processamento desses aparelhos para a nuvem.
- As universidades do Texas e de Lille (França) criaram uma tecnologia de troca de redes para telefones e outros aparelhos que permite a realização de troca de sintonia entre frequências 5G mais eficientes e menos dispendiosas de suas baterias.
- A University of Kansas e a T-Mobile desenvolveram pilotos sobre o uso do 5G em tecnologias que apoiam o ensino de enfermagem.
- A Old Dominion University está desenvolvendo pilotos sobre como usar sensores ligados a uma rede 5G para monitorar e encontrar pontos de melhoria na eficiência operacional de um porto da Virgínia, com a tecnologia sendo aberta para outras instituições de ensino superior.

Desafios para a implementação do 5G

Os principais desafios para expansão do 5G nos EUA estão ligados às menores perspectivas de rentabilização dos espectros pelas operadoras e a uma questão aberta sobre a liberação de espectro atualmente utilizados para fins militares, envolvendo barreiras que vão de questões microeconômicas a questões políticas.

O preço das licenças das bandas de 5G ficaram muito acima do esperado pelas operadoras, diminuindo o capital restante para investimento na implementação da infraestrutura necessária para disponibilizar o serviço. Essa infraestrutura já representa um grande custo para as operadoras, de forma que, junto com o aumento do preço das licenças, deve fazer com que o retorno do investimento seja mais demorado, e a expansão rápida dessa tecnologia seja menos atrativa para as empresas.

Além disso, parte do espectro 5G já está em uso pelo Departamento de Defesa americano para aplicações e comunicações militares, especialmente as médias frequências, mais adequadas para uso comercial geral. A liberação desse espectro para as empresas necessita não somente de vontade política como também de capacidade de readequar a infraestrutura militar dependente desse uso atual, o que representa riscos financeiros e de segurança cibernética para o governo.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

Os EUA sempre estiveram entre os países mais inovadores do mundo, especialmente em termos de tecnologia de informação e *software*. Durante a Guerra Fria com a União Soviética, os EUA criaram a *DARPA* (*Defense Advanced Research Projects Agency)*, que foi responsável pela pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para fins defensivos e militares, entre elas a rede mundial de computadores. Desde que surgiu, a internet abriu portas para novos desenvolvimentos tecnológicos que continuam avançando até hoje.

Nas últimas décadas, o ambiente americano de inovação criou condições para que diversas empresas de tecnologia e *softwares* desenvolvessem soluções que instituíram novos padrões de comportamento e relacionamento para o mundo todo. A maioria das grandes empresas de tecnologia do mundo, as *big techs*, são americanas e estão presentes no dia a dia da população mundial. Entre elas estão Microsoft, Apple, Google, Facebook e Amazon.

Quando o assunto é o 5G, no entanto, os EUA não conseguiram, até o momento, ter a mesma liderança como em outras tecnologias e depende de produtos e soluções de empresas de outros países, como Nokia e Ericsson. Essa situação pode ser creditada a um somatório de eventos e decisões (ou a falta delas) ao longo da evolução das diferentes gerações das telecomunicações, em especial na parte de infraestrutura. A importância de estar na vanguarda da infraestrutura e poder definir ou influenciar padrões a serem usados por outros atores do mercado cria condições favoráveis para ter uma maior escalabilidade de negócio e o desenvolvimento de novas aplicações relacionadas.

Os EUA já tiveram empresas relevantes de equipamentos de infraestrutura de telecomunicações, como Lucent e Motorola. A primeira foi responsável por tecnologias avançadas para o 2G, como o CDMA (*Code-Division Multiple Access*), usado até hoje em gerações mais avançadas, inclusive o 5G, porém não focou em alinhar os padrões e protocolos necessários com o restante do mercado. Ao mesmo tempo, empresas europeias, como Nokia e Ericsson, também desenvolviam suas soluções, e definiram o padrão de telefonia celular digital GSM (*Global System for Mobile Communications*) de maneira mais aberta na região e no restante do mundo. Esse cenário proporcionou uma vantagem competitiva para os europeus em relação aos americanos, ao terem um mercado potencial maior. A combinação de falta de escala e de estruturas corporativas que dificultavam a rápida adoção de novos padrões tecnológicos levou à venda ou desmembramentos das principais empresas de telecomunicações americanas como a Lucent e a Motorola. Desde então, nenhuma outra empresa americana teve relevância global para o desenvolvimento da infraestrutura de telecomunicações, com o protagonismo ficando com as empresas europeias, fortes atores desde o 2G, e com as chinesas, que investiram massivamente em P&D e em esforços de padronização a partir do 3G e 4G.

Note-se que a única empresa a ter sucesso no ecossistema do 5G foi a Qualcomm, especialista na fabricação de *chips* e processadores para celular. A partir de suas patentes do CDMA, a empresa manteve sua relevância no 4G e 5G, adaptando-se à padronização internacional.

Por conta desse cenário e relativo atraso americano em relação a seus concorrentes europeus e chineses, o governo dos EUA tem buscado incentivar o desenvolvimento da tecnologia de rede 5G no país, com foco na desagregação de redes ou *Open RAN*. Em 2020, na tentativa de diminuir o domínio da chinesa Huawei, a Casa Branca começou um trabalho com empresas de tecnologia para fomentar a criação de *software* avançado para redes de telecomunicações 5G. O plano busca que algumas empresas de telecomunicações e tecnologia dos EUA concordem com padrões e protocolos que permitam desenvolvedores de *software* 5G programarem códigos funcionais em equipamentos de qualquer fornecedor de *hardware*, o que eliminaria a grande dependência de equipamentos da Huawei. Empresas como Microsoft, Dell e AT&T fazem parte do esforço, segundo Larry Kudlow, conselheiro econômico da Casa Branca na época[47].

“O conceito geral é ter toda a arquitetura e infraestrutura 5G dos EUA feitas por empresas americanas, principalmente”, disse Kudlow em uma entrevista. “Isso também pode incluir Nokia e Ericsson porque elas têm

---

[47] Esforço da Casa Branca para tecnologia de rede americana: https://www.wsj.com/articles/u-s-pushing-effort-to-develop-5g-alternative-to-huawei-11580831592

grande presença nos EUA". O esforço está em uma fase preliminar e ainda enfrenta muitos obstáculos, inclusive reunindo empresas com prioridades diferentes. As redes de celulares usam tecnologia de *software* altamente especializada, o que pode ser uma dificuldade para empresas generalistas como Microsoft e Dell.

Além desse esforço centralizado que busca o governo, outras diversas iniciativas de operadoras de telecomunicação e grandes empresas de tecnologia tentam incentivar o desenvolvimento de inovação na infraestrutura de redes e aplicações para 5G. Abaixo estão alguns exemplos de iniciativas atualmente existentes nos EUA ou liderados por empresas americanas:

- O-RAN Alliance:
  Co-fundada por AT&T, Deutsche Telekom, China Mobile e outras duas empresas, a O-RAN Alliance é uma comunidade mundial de operadoras móveis, fornecedores de equipamentos, instituições de pesquisa e acadêmicas que trabalham com Rede de Acesso de Rádio (RAN). A missão da comunidade é reformular a indústria para redes móveis mais inteligentes, abertas, virtualizadas e totalmente interoperáveis.

- Telecom Infrastructure Project (TIP):
  Fundada pelo Facebook, a TIP é uma iniciativa que reúne operadores, provedores de infraestrutura, integradores de sistemas e outras empresas de tecnologia para colaborar no desenvolvimento de novas tecnologias e reimaginar abordagens tradicionais para a construção e implementação de infraestrutura de rede de telecomunicações.

- 5G Open Innovation Lab[48]:
  Localizado em Seattle, o 5G Open Innovation Lab é apoiado por seus sócios-fundadores e corporativos que incluem Amdocs, Dell Technologies, F5, Intel, Microsoft, NASA, T-Mobile e Vmware. Seus objetivos são a procura de *startups*, buscando empresas em diversos estágios de maturidade, desde semente à Série C, que estão usando conectividade e *edge computing* para resolver as necessidades do mercado. Recursos são dados a 15 empresas (duas vezes ao ano, totalizando 30 empresas por ano), que podem acessar a rede 5G da T-Mobile para fazer seus desenvolvimentos e testes.

- Verizon 5G Labs[49]:
  O 5G Lab trabalha com *startups*, universidades e equipes empresariais para construir um mundo movido a 5G. Seu objetivo são testes 5G, *hackathons*, parcerias industriais, desafios de prototipagem, dentre outros. Ao todo são cinco laboratórios nos EUA (Nova York, Los Angeles, Washington DC, Boston e São Francisco). A Verizon também tem parceria com as seguintes universidades para essa iniciativa: Cornell Tech, New York University Stern e Johnson College of Business.

- AT&T 5G *Innovation Studio*[50]*:*
  A AT&T espera iniciar a inovação de 5G com o lançamento de um laboratório em Plano, Texas, onde a operadora explorará e testará aplicações 5G. Ajudando a AT&T na empreitada estão os principais fornecedores de equipamentos e de *hardwares* de rede 5G Ericsson e Nokia, patrocinadores do laboratório. O objetivo é ajudar a trazer produtos ao mercado mais rapidamente, proporcionando um

---

[48] 5G Open Innovation Lab: https://www.5goilab.com
[49] Verizon 5G labs: https://verizon5glabs.com/
[50] AT&T 5G Innovation Studio: https://www.fiercewireless.com/5g/at-t-launches-5g-innovation-studio-ericsson-nokia

espaço onde empresas possam explorar e experimentar a tecnologia usando recursos avançados de rede. Outros atores do setor como a Microsoft estão envolvidos.

- Nvidia e Google 5G/AI Lab[51]:
  A Nvidia anunciou parceria com o Google Cloud para estabelecer o primeiro Laboratório de Inovação AI-on-5G do setor, permitindo que empresas de infraestrutura de rede e parceiros de *software* de inteligência artificial desenvolvam, testem e adotem soluções que ajudem a acelerar a criação de aplicativos avançados de 5G e IA.

Pelo lado específico das grandes empresas de tecnologia americanas, algumas soluções e aplicações já existentes tendem a evoluir e serem aprimoradas com o uso do 5G, especialmente aquelas com base em realidade aumentada e virtual, que necessitam de um alto volume de dados e baixa latência para oferecer uma experiência sem fio otimizada. Nesse sentido, empresas como Google, Apple, Facebook, Microsoft e outros tendem produzir internamente suas inovações ou fomentar fortemente outros atores do ecossistema, especialmente empresas menores e *startups*.

As *startups* têm importante papel no ecossistema de inovação americano. O ambiente de *startups* dos EUA é provavelmente o melhor em desenvolvimento do mundo. Apesar da pandemia de Covid-19, que causou uma crise econômica mundial em 2020, os investimentos em *startups* bateram recorde. No total, em 2020, *startups* nos Estados Unidos levantaram 156 bilhões de dólares, ou 428 milhões de dólares por dia, um crescimento de 13% em relação aos 138 bilhões de dólares de 2019[52].

No entanto, para o desenvolvimento do 5G, as *startups* devem apresentar dificuldades enquanto a infraestrutura de rede não estiver completamente pronta. Segundo o CEO[53] de uma agência de suporte ao desenvolvimento de aplicações para 5G (com foco em realidade virtual, aplicativos e plataformas para consumidores), já existem *startups* e desenvolvedores independentes começando a desenvolver *softwares* para 5G. No entanto, há um conflito entre oferta e demanda. A rede de 5G ainda não está completa e densamente instalada nos EUA e grande parte da rede já existente é 5G NSA (*Non-Standalone*), que oferece uma melhoria limitada de latência em comparação ao 4G. Isso faz com que a demanda, que deveria ser o principal motor para a oferta de soluções de aplicativos e *softwares*, não esteja madura o suficiente para acelerar o desenvolvimento e criação em massa de soluções viáveis economicamente. Portanto, o suporte financeiro de atores maiores do mercado se mostra essencial para conseguir alavancar esse desenvolvimento via *startups* no momento atual.

Pelo lado de entidades governamentais, a FCC, além de liberar os espectros de frequência e organizar seus leilões, aprovou em agosto de 2021 o lançamento de duas novas zonas de inovação focadas em acelerar pesquisas de *Open RAN* e 5G[54]. As zonas de inovação da FCC são *testbeds* em escala local ou municipal geridas pelo PAWR (*Platforms for Advanced Wireless Research*), entidade pertencente ao *National Science Foundation*. As duas novas zonas de inovação são:

- Zona de Inovação de Raleigh:

---

[51] 5G/AI Lab da Nvidia e Google: https://www.scientific-computing.com/news/nvidia-and-google-cloud-create-industry-s-first-ai-5g-lab
[52] Investimentos em *startups* nos EUA – 2020: https://techcrunch.com/2021/01/19/in-2020-vcs-invested-428m-into-us-based-startups-every-day/
[53] Especialista de mercado entrevistado pelo time da Deloitte
[54] FCC (*Federal Communications Commission*) lança Zonas de Inovação para 5G: https://www.rbr.com/fcc-to-vote-on-two-new-innovation-zones/

Esse *testbed,* feito em colaboração com a North Carolina State University, acomodará a Plataforma de Experimentação Aérea e Pesquisa para tecnologias Sem Fio Avançadas (AERPAW, *Aerial Experimentation and Research Platform for Advanced Wireless)*, e focará em novos casos de uso envolvendo sistemas aéreos não tripulados e comunicações sem fio.

A AERPAW se concentrará em como as redes celulares e tecnologias sem fio avançadas podem permitir que sistemas aéreos não tripulados acelerem o desenvolvimento, verificação e testes de inovação em telecomunicações, transporte, monitoramento de infraestrutura, agricultura e segurança pública.

- A Zona de Inovação de Boston:
  Esse *testbed,* localizado na Northeast University*,* apoiará a transição do emulador de rede Colosseum da DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) para uma plataforma compartilhada, utilizada pela comunidade de pesquisa. O Colosseum, o maior emulador de rede sem fio do mundo, com 256 rádios de *softwares* programáveis, foi originalmente projetado para o Desafio de Colaboração de Espectro da DARPA. Com a conclusão desse desafio, a comunidade de pesquisa agora poderá aproveitar as capacidades exclusivas do Colosseum, incluindo a capacidade de emular comunicações *full-stack*, para suportar algoritmos de inteligência artificial e *Machine Learning*, além de *hardware-in-the-loop*. Espera-se que este projeto una pesquisadores das universidades, do governo e da indústria para acelerar os avanços em sistemas de rede sem fio e *Open RAN*.

Antes do lançamento dessas duas Zonas de Inovação apresentadas acima, a FCC já tinha outras duas em funcionamento para testes de aplicações 5G:

- Zona de Inovação de Nova York:
  A Zona de Inovação de Nova York abriga o COSMOS, um *testbed* com foco técnico em comunicações sem fio de banda ultra larga e baixa latência, com *edge computing* acoplado. O COSMOS é administrado em conjunto pela Rutgers University, Columbia University, New York University e City College of New York, em parceria com a cidade de Nova York.

- Zona de Inovação de Salt Lake City:
  A Zona de Inovação de Salt Lake City abriga o POWDER, um *testbed* para pesquisa de tecnologias sem fio abertas e com base em dados com recursos massivos de MIMO (*Multiple Input, Multiple Output*). O POWDER é administrado em conjunto pela University of Utah e Rice University, em parceria com a cidade de Salt Lake City.

Por fim, o papel das universidades se mostra fundamental nos EUA. Como pode-se perceber até aqui, nas parcerias e *testbeds* citadas até agora, geralmente há o envolvimento de alguma universidade. Além disso, existem exemplos *testbeds* ou centro de pesquisas de 5G dentro das universidades que podem ser citados:[55]

- Perdue University:
  A Perdue University e a operadora AT&T inauguraram um *testbed* de 5G em Indianapolis focado em aplicações de infraestrutura. Os pesquisadores e estudantes têm acesso à tecnologia "*multi access edge computing*" da AT&T para processar mais dados com menor latência.

  A AT&T pretende ainda patrocinar laboratórios na University of Connecticut e na University of Missouri.

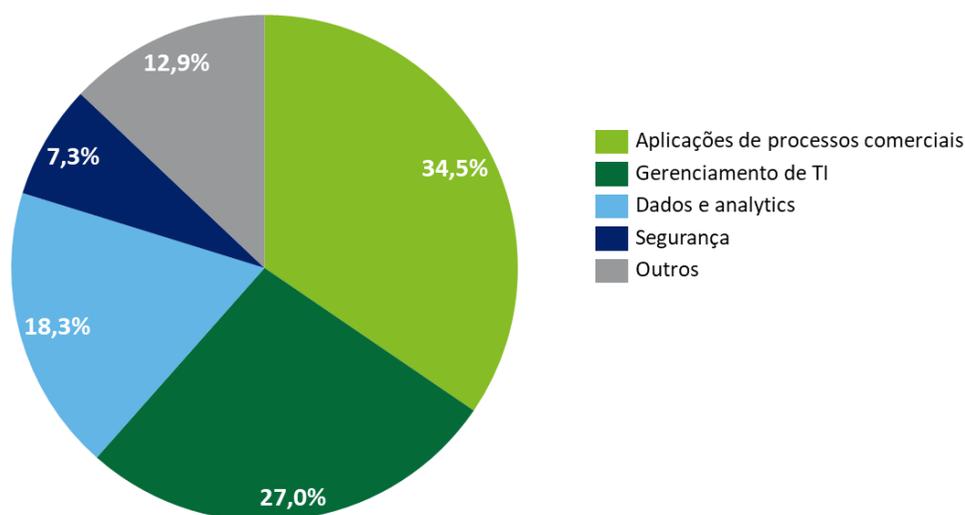
[55] Centros de pesquisas e *testbeds* de 5G em universidades dos EUA: https://edscoop.com/list/5g-technologies-universities/

- New York University:
  A New York University tem um centro de pesquisa focado em 5G desde 2012. Empresas como Dell, Qualcomm, Sony e Nokia estão entre os parceiros e patrocinadores do laboratório.

Cenário de *Software*

O mercado de *software* nos EUA representa 33,6% do mercado mundial, com um valor anual estimado em 2020 de 194,9 bilhões de dólares. Apesar de uma queda no mercado durante a pandemia (-2,8% em relação ao ano de 2019), a CAGR entre 2016 e 2020 foi de 2,3% e a expectativa é de que esse crescimento seja de 6,8% de 2020 a 2025[56], atingindo 271,4 bilhões de dólares ao fim desse período.

A Figura 6 apresenta a composição do consumo de *softwares* no país em 2020, com uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI, que juntos representam 61,5% dos *softwares* adquiridos no país.

Figura 6: Segmentos do mercado de *software* nos Estados Unidos (2020)[57]

Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 54,8 bilhões de dólares em exportação, o equivalente a 6% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais relacionados a *softwares* representaram 3% de todos os serviços exportados, com valor total de 23,9 bilhões de dólares.

[56] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado "*United States – Software, February 2021*", MarketLine

[57] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento, aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.
Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.
Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT.*
Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.
Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 43 bilhões de dólares, 7% do total. Já os serviços computacionais relacionados a *softwares* foram responsáveis por 11,6 bilhões de dólares, 2% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra relativo equilíbrio entre exportações e importações, com valores que colocam os EUA como um dos grandes compradores e vendedores dos serviços de *softwares*.

Os EUA desempenharam e desempenham um grande papel ao fomentar a indústria global de *software*, já que grandes líderes do setor como IBM, Microsoft, Oracle, Facebook, Google, Apple, Amazon e outros têm suas bases nos EUA e cresceram para desempenhar um papel central não apenas no mercado interno, mas no mercado de *software* global. O ecossistema propício para *startups* também ajuda a promover a criação de inovação em *softwares* dos mais variados tipos. Nesse cenário, torna-se cada vez mais comum a aquisição de empresas emergentes por partes das *big techs*, aumentando os poderes e influência que elas têm no mercado.

A indústria de *software* e serviços de TI é responsável por uma participação de 10% no PIB americano e por cerca de 11,8 milhões de postos de trabalho. De acordo com a CompTIA, atualmente, existem mais de 525.000 empresas de *software* e serviços de TI nos EUA. Esse total inclui editoras de *software*, fornecedoras de serviços personalizados de programação de computadores, empresas de design de sistemas de computador e empresas de gerenciamento de instalações. Um dos fatores críticos para o sucesso das empresas americanas nesse mercado é a força de trabalho altamente qualificada formada no país.

O uso intensivo de *software*, em uma economia cada vez mais digital, mudou a forma como as pessoas vivem e como as empresas funcionam hoje em dia. A influência das empresas de *software* e tecnologia dos EUA é muito grande para esse cenário. É muito difícil que indivíduos em todas as partes do mundo façam suas atividades cotidianas sem depender de algum tipo de solução de *software* desenvolvida por alguma dessas grandes empresas americanas, tanto no âmbito pessoal quanto profissional.

Essa grande presença e relevância das *big techs* dos EUA na vida das pessoas tem levantado discussões acerca do papel dessas empresas na economia. Muitos consideram que essas empresas detêm o monopólio (ou algo muito próximo disso) da indústria de tecnologia, fortemente baseada em *softwares*. Apesar de a lei americana não impedir o estabelecimento de monopólios, a divisão antimonopólio da Câmara de Representantes do Congresso dos EUA (*House of Representatives*) publicou, em 2020, um relatório sobre suposta conduta anticompetitiva por parte das *big techs*, o que atrasaria o processo de inovação, diminuiria o poder de escolha dos consumidores e, em última instância, traria consequências à segurança nacional e à democracia do país. Isso tudo em decorrência do imensurável poder que essas empresas têm ao deter uma quantidade enorme de dados acumulados sobre consumidores e outras empresas que se baseiam nas soluções oferecidas por elas. O acesso a esses dados permite a criação de uma inteligência de mercado quase perfeita, ganhando enormes vantagens para tomada de decisão e movimentos estratégicos para expansão ou investimentos em novos negócios, tornando a competição por outros atores do mercado muito limitada.

Algumas alternativas para lidar com essa situação foram levantadas por especialistas e juristas americanos. Entre as ações que podem ser tomadas para resolver ou evitar que a situação se agrave, especialistas acreditam que é importante dar mais recursos e importância a entidades antitruste do país para que se bloqueie fusões que potencialmente diminuam a competitividade do mercado; instaurar novas leis de privacidade e uso de dados ou leis que tornem ilegal que as empresas de tecnologia tenham o controle de plataformas (como redes sociais ou loja de aplicativos, por exemplo) e, ao mesmo tempo, possam oferecer serviços nessas plataformas ou discriminar rivais que dependam dessas plataformas; ou, ainda, decidir pelo desmembramento (*divesting*) das *big techs* de modo a impedir o uso de dados criados em uma ou mais das unidades de negócios em benefício de outras.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

Segundo o CSIS (*Center for Strategic & International Studies*) nenhuma das principais redes que os EUA construíram — canais, ferrovias, telecomunicações ou internet — foram baseadas em uma estratégia federal. Em vez disso, elas foram produto de imperativos comerciais e forças de mercado. As doações governamentais eram às vezes necessárias para pesquisas essenciais ou investimentos iniciais, mas a decisão política chave era permitir que os mercados determinassem a implementação. No caso da internet, isso permitiu uma explosão de empreendedorismo e competição comercial que continua a impulsionar a economia americana[58]. Para o 5G, essa estratégia deve se manter.

O governo tem destinado mais esforços no campo estratégico do 5G, no âmbito global, advogando pela suposta falta de segurança cibernética e possíveis interesses de espionagem das tecnologias de empresas chinesas, como a Huawei. Um dos efeitos desse esforço é um cenário competitivo mais favorável ao desenvolvimento das empresas americanas e europeias. Por influência e pressão do governo americano, diversos países já impediram ou estudam a possibilidade de impedir a participação da Huawei em suas infraestruturas de 5G. Essa estratégia, que começou durante o governo de Donald Trump, se mantém no governo de Joe Biden.

O governo americano também incentiva o *Open RAN,* que influenciará nas futuras redes 5G. Exemplo disso é a vinda ao Brasil do Conselheiro de Segurança Nacional dos EUA, Jack Sullivan, que ocorreu em agosto de 2021, para debater sobre a tecnologia 5G, entre outros assuntos, com o presidente Jair Bolsonaro. Após a reunião, o ministro de Comunicações do Brasil, Fábio Faria, disse que Brasil e EUA “trabalharão conjuntamente para desenvolver soluções de *Open RAN*”[59].

Políticas públicas adotadas

A FCC está tomando algumas medidas para tentar incentivar o desenvolvimento do 5G e suas aplicações no país[60]:

- Política de Infraestrutura:
  A FCC está em vias de atualizar a política nacional de infraestrutura para telecomunicações de modo a incentivar o investimento em redes 5G. Segundo a presidente interina da entidade, Jessica Rosenworce, “se queremos um amplo crescimento econômico e capacidade de acesso móvel generalizada, precisamos evitar atrasos desnecessários no processo de aprovação do Estado e local. Isso porque eles podem retardar a implementação.”

  A infraestrutura implementada e oferecendo bons níveis de serviços é fundamental para criar a demanda necessária que impulsionará ainda mais o desenvolvimento de aplicações 5G nos EUA.

- Modernização de regulações obsoletas:

[58] 5G nos EUA pelo *Center for Strategic & International Studies*: https://www.csis.org/analysis/accelerating-5g-united-states
[59] Visita do Conselheiro de Segurança Nacional dos EUA ao Brasil: https://www.tecmundo.com.br/mercado/222643-5g-ministro-comunicacoes-recebe-representante-eua.htm
[60] FCC (*Federal Communications Commission*) sobre incentivos ao 5G: https://www.fcc.gov/5G

A FCC está modernizando regulamentos desatualizados para promover a espinha dorsal de conexão das redes 5G e a oportunidade digital para todos os americanos.

- Fundo 5G para a América Rural: A Comissão criou o Fundo 5G para a América Rural em outubro de 2020 para fornecer até 9 bilhões de dólares em suporte ao Fundo de Serviço Universal disponível para as operadoras implementarem serviços móveis 5G avançados na América rural (incluindo até 680 milhões de dólares para implementação em terras tribais). O Fundo também reserva pelo menos 1 bilhão de dólares especificamente para implementações que favoreçam a agricultura de precisão.
- *One-Touch Make-Ready*: A FCC atualizou suas regras que regem a anexação de novos equipamentos de rede a postes dos serviços de *utilities*, a fim de reduzir custos e acelerar o processo de implementação de *backhaul* 5G.
- Aceleração da transição de redes: A FCC revisou suas regras para facilitar que as empresas invistam em redes e serviços de última geração.
- *Supply Chain Integrity*: A FCC adotou uma regra que proíbe o uso de recursos advindos da arrecadação de impostos dos contribuintes para compra de equipamentos ou serviços de empresas que representam uma ameaça à segurança nacional, à integridade das redes de comunicação americanas ou à cadeia de fornecimento de comunicações.

Ainda no âmbito de política pública o poder legislativo dos EUA (Congresso e Senado) chegou a discutir e votar o "*USA Telecommunications Act*". A ideia desse projeto era a criação de um fundo de 750 milhões de dólares, que viriam dos montantes arrecadados com os leilões de espectro feitos pela FCC para incentivar e acelerar o desenvolvimento de *Open RAN* para 5G, pois algumas alas políticas acreditam que sem o apoio governamental, o desenvolvimento dessa tecnologia não teria a velocidade necessária e acarretaria problemas maiores de competitividade para as empresas e economia dos EUA num futuro próximo. Esse movimento representaria um incentivo governamental direto às empresas do país, o que é pouco comum nos EUA. O país se baseia fortemente numa política de livre mercado e de demandas e investimentos governamentais indiretos, como os oriundos, por exemplo, do setor militar do país, grande demandante de soluções tecnológicas. O projeto, no entanto, não foi aprovado[61].

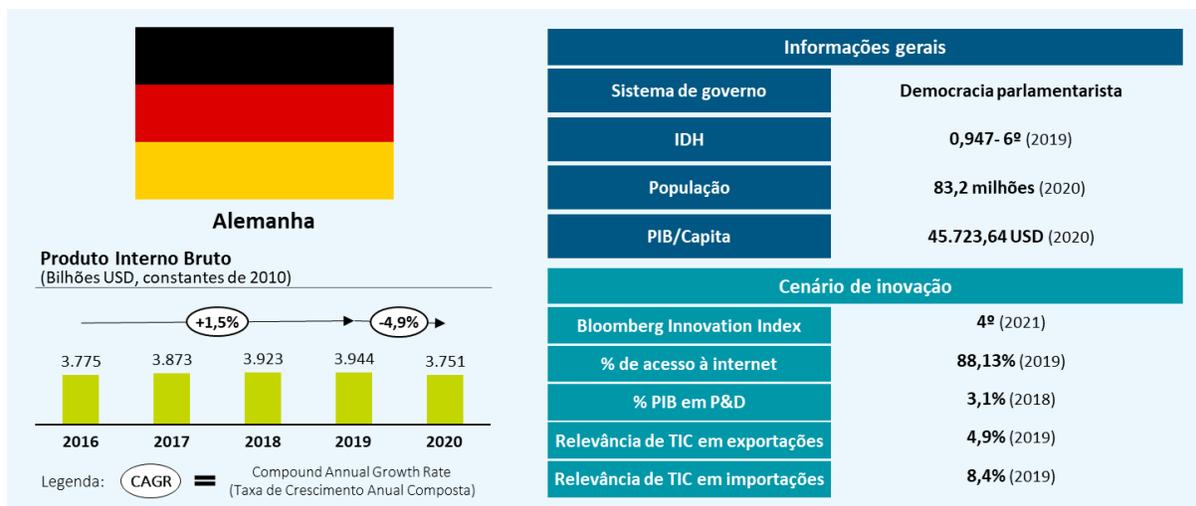
Recentemente, foi aprovado o grande pacote de infraestrutura do governo de Joe Biden, no valor total de 1,2 trilhão de dólares. Esse pacote não prevê explicitamente verbas específicas para infraestrutura de 5G. No entanto, 65 bilhões de dólares são destinados para a melhoria da infraestrutura de internet banda larga no país[62].

---

[61] USA *Telecomunications Act*: https://www.govtrack.us/congress/bills/116/hr6624

[62] Pacote de infraestrutura do governo de Joe Biden: https://fortune.com/2021/07/29/explainer-infrastructure-bill-biden-congress-roads-bridges-clean-energy-railroads-public-transportation-internet-water-cybersecurity-airports-pollution-ports-evs-safe-streets/

Alemanha

Informações Gerais

Resumo Executivo

A Alemanha tem sido um dos países na vanguarda do uso de 5G no mundo. O único leilão de espectro de frequência para 5G realizado no país até o momento ocorreu em 2019 e arrecadou um total de 5,8 bilhões de dólares. As principais operadoras do país Deutsche Telekom, Vodafone e Telefônica garantiram suas fatias de espectro. Uma quarta empresa também garantiu parte do espectro e trata-se de uma nova entrante nesse mercado: a 1&1 Drillisch é uma MVNO (*Mobile Virtual Network Operator*) que pretende construir sua própria estrutura de 5G, diferentemente do que acontece com as outras gerações de tecnologia, como o 3G e o 4G, em que ela revende os serviços de dados e telefonia adquiridos junto a uma operadora tradicional.

Uma característica importante sobre o 5G na Alemanha é a disponibilização de 100 MHz da banda de 3,7 GHz para o uso direto de empresas que queiram constituir suas redes privativas, sem necessidade de passar pelas operadoras tradicionais. As empresas interessadas fazem o pedido junto ao órgão regulador de redes do país, a *Bundesnetzagentur* e, se aprovados, adquirem o direito de usar o espectro a um custo simbólico. As redes privadas oferecem um novo nível de segurança digital e maior confiabilidade de uso. Além disso, esse movimento permite a inserção de diversas empresas de diferentes setores no processo de inovação e testes de aplicações de 5G no país.

O ecossistema 5G do país é composto principalmente por:

- Governo: o governo atua como facilitador e promotor de um ambiente que busca incentivar o ecossistema de inovação e desenvolvimento de 5G; a *Bundesnetzagentur*, agência de redes do país pertencente ao Ministério de Economia e Energia (BMWi, na sigla em alemão), é a responsável por organizar os leilões dos espectros de frequência e liberar as licenças para uso de redes privadas de 5G.
- Operadoras de telecomunicações: além de construírem a infraestrutura no país, atuam como um dos principais promotores e desenvolvedores da tecnologia, ao liderar iniciativas de laboratórios e incubadoras específicas para 5G.

- Institutos de pesquisa e universidades: forte papel na promoção de pesquisa e desenvolvimento, elementos importantes das parcerias incentivadas pelo governo como parte da estratégia nacional de 5G, além de grande parte possuir laboratórios focados em 5G.
- Empresas do setor privado: participação essencial na inovação alemã, com menção especial às médias e grandes empresas tradicionais. O ambiente alemão de *startups* também é forte, sendo um dos mais bem desenvolvidos da Europa e tendo potencial para possibilitar avanços no 5G.

A estratégia alemã para o 5G é bem clara e definida, e o governo pretende incentivar e criar o ambiente necessário ao desenvolvimento das tecnologias de quinta geração para o país se tornar referência no assunto. A estratégia do país tem como base cinco pilares principais, cada um com ações objetivas a serem realizadas:

1. Intensificar o lançamento da rede;
2. Disponibilizar frequências com base na demanda;
3. Promover a cooperação entre as indústrias de telecomunicações e outros setores da economia;
4. Pesquisa direcionada e coordenada;
5. Apoiar as cidades com a implementação do 5G.

O desenvolvimento do 5G pode apoiar-se em programas governamentais de incentivo ao ecossistema de inovação digital como um todo. Um grande exemplo é o *Digital Hub Initiative*, programa lançado pelo Ministério de Economia e Energia para criação de uma grande rede nacional composta por 12 *hubs* regionais. O objetivo do programa é fomentar a inovação e digitalização alemã ao criar conexões entre profissionais, startups, pequenas e médias empresas, grandes corporações e institutos de pesquisa.

Além de ter papel de facilitador do ambiente e do ecossistema de inovação, o governo alemão tem disponibilizado recursos financeiros através de fundos específicos para 5G. Um dessas iniciativas é o "*Gigabit Initiative for Germany*", um programa entre o governo e empresas de telecomunicações, com 18 bilhões de euros de recursos públicos, com objetivo de desenvolver a infraestrutura necessária, incluindo a de 5G, para habilitar o uso por todo o país de aplicações gigabit até 2025.

Outra iniciativa é a criação de um fundo de pesquisa de 80 milhões de euros para apoiar *testbeds* que são previstos no pilar "4 – Pesquisa direcionada e coordenada" da estratégia de 5G do país. Esse fundo deve focar em três áreas de desenvolvimento de pesquisa:

1. Comunicações sem fio confiáveis na indústria:
   Sistemas confiáveis na indústria visam maior segurança, disponibilidade e eficiência da transmissão de sinais oriundos de sensores das máquinas.

2. 5G: internet industrial:
   Internet Industrial ou Internet das Coisas Industriais (*IIoT*) refere-se ao uso de inúmeros dispositivos industriais conectados resultando em sistemas que podem monitorar, coletar, trocar, analisar e gerar insights.

3. 5G: internet tátil:
   Internet tátil foca em aplicações de baixa latência, com tempo de resposta imperceptível ao ser humano.

Além disso, as empresas alemãs que desejem algum tipo de financiamento ou incentivo público podem contar com as iniciativas já existentes para a União Europeia, mas sem foco exclusivo em 5G. Mais informações e detalhes sobres essas iniciativas podem ser vistas no apêndice desse relatório.

Portanto, pode-se dizer que a Alemanha tem buscado criar as condições ideais para um avanço robusto do 5G e suas aplicações no país. Em um contexto de cooperação europeia, o próprio governo toma atitudes no âmbito nacional que visam facilitar e financiar o desenvolvimento da tecnologia no país através de seu ecossistema de inovação, liderado pelas operadoras, empresas privadas e universidades.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O leilão de frequências 5G da Alemanha ocorreu em 2019 e arrecadou um valor total de 5,8 bilhões de dólares[63]. As operadoras ganhadoras foram a Deutsche Telekom, Vodafone, Telefônica e a 1&1 Drillisch. A Tabela 7 resume a divisão do espectro de frequências entre os ganhadores e seus valores[64].

Tabela 7: Resumo do leilão de frequências 5G na Alemanha

Operadora	Banda	Largura de banda	Valor (bilhões de dólares)
Deutsche Telekom	2,1 GHz	2×20 MHz	1,9
	3,6 GHz	90 MHz	
Vodafone	2,1 GHz	2x20 MHz	0,7
	3,6 GHz	90 MHz	0,9
Telefônica	2,1 GHz	2x10 MHz	0,3
	3,6 GHz	70 MHz	1,0
1&1 Drillisch	2,1 GHz	2×10 MHz	1,0
	3,6 GHz	50 MHz	

Um ponto interessante no leilão alemão é a alocação de espectro para a 1&1 Drillisch, uma nova operadora entrante. A 1&1 Drillisch é um MVNO (*Mobile Virtual Network Operator*), um provedor de serviços de comunicação que não possui a infraestrutura de rede sem fio própria para fornecer esses serviços a seus clientes. Esse tipo de empresa tem um acordo comercial de atacado com uma operadora de rede móvel para obter volumes de serviços a taxas reduzidas e, em seguida, define os preços de revenda de forma independente.

A alocação de espectro 5G para a 1&1 Drillisch faz parte da estratégia da empresa de implementar sua própria infraestrutura de rede móvel e oferecer seus próprios serviços à sua base de clientes atuais. Para isso, em 2021, a empresa fechou acordo com a japonesa Rakuten para construir sua infraestrutura com base em *Open RAN*.

As operadoras vencedoras do leilão comprometeram-se a algumas metas como parte do contrato para uso das frequências ligadas à cobertura em diferentes casos e qualidade mínima do serviço. No entanto, a operadora 1&1 Drillisch tem metas diferenciadas por se tratar de uma nova entrante nesse mercado e por não possuir capacidade de implementar a nova tecnologia na velocidade das demais. Essas metas têm valores para diferentes anos após o leilão, sendo sumarizadas abaixo.

Até o fim de 2022:

- Cobertura de ao menos 98% dos lares com mínimo de 100 Mbps de velocidade;

[63] Valor do câmbio médio utilizado para conversão EUR – US: https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates

[64] Informações sobre o leilão de 5G na Alemanha e operadoras ganhadoras: BMWi – https://www.musikindustrie.de/

- Cobertura de todas as estradas e autoestradas federais (aproximadamente 5.350 km e 18.000 km, respectivamente), com um mínimo de 100 Mbps de velocidade e 10 milissegundos de latência;
- Cobertura de todas as estradas de ferro com mais de 2.000 passageiros por dia (aproximadamente 21.000 km), com um mínimo de 100 Mbps de velocidade.

Até o fim de 2024:

- Cobertura de todas as demais rodovias federais (aproximadamente 32.700 km), com um mínimo de 100 Mbps de velocidade e 10 milissegundos de latência;
- Cobertura de todas as estradas estaduais (aproximadamente 80.000 km), com um mínimo de 50 Mbps de velocidade;
- Cobertura dos portos marítimos e principais canais aquaviários do interior do país (aproximadamente 4.500 km), com um mínimo de 50 Mbps de velocidade;
- Cobertura de todas as demais estradas de ferro (aproximadamente 20.000 km), com um mínimo de 50 Mbps de velocidade.

Compromissos específicos para a 1&1 Drillisch:

- Até 2023, a cobertura de ao menos 25% dos lares;
- Até 2025, a cobertura de ao menos 50% dos lares.

Em relação ao equipamento utilizado para criação da infraestrutura 5G, a Alemanha escolheu aceitar ofertas de todos os fornecedores existentes no mercado e não banir a chinesa Huawei desses contratos, apesar da pressão geopolítica dos EUA, um grande parceiro alemão. No entanto, a Alemanha atualizou sua lei de segurança digital e aumentou os requisitos das funcionalidades ligadas à segurança digital para fornecedores dessa tecnologia, uma forma de compensar a habilitação de um fornecedor com supostas vulnerabilidades de segurança para o leilão.

Algumas operadoras noticiaram seus planos de fornecedores de infraestrutura para o 5G. A Vodafone tem uma estratégia de utilizar dois fornecedores, a chinesa Huawei e a sueca Ericsson. A Telefônica segue o mesmo caminho, com os mesmos fornecedores que a Vodafone.

Casos de uso da tecnologia 5G

A Deutsche Telekom e a Vodafone têm ofertas comerciais de 5G para seus clientes pessoa física desde 2019, enquanto a O2/Telefônica lançou seus serviços de 5G em 2020.

O Observatório Europeu do 5G apresenta 24 casos de uso piloto do 5G, dentre os quais havendo muitas aplicações para empresas[65]. Abaixo são apresentados alguns dos pilotos mais recentes em diferentes verticais da indústria ou de aplicações 5G:

- Em março de 2021, a Deutsch Telekom anunciou ter conseguido realizar uma chamada de vídeo através de sua rede 5G *Standalone* (SA). A transmissão foi feita da região no entorno de Munique para a cidade de Bamberg e de lá para Bonn. Em Bamberg está a primeira rede principal 5G SA da Telekom.
- Em fevereiro de 2020, as empresas Ericsson e Audi anunciaram testes bem-sucedidos com redes URLLC para automação de algumas fábricas da empresa alemã de automóveis.

[65] Pilotos de uso do 5G na Alemanha: https://5gobservatory.eu/5g-trial/major-european-5g-trials-and-pilots/

- Em dezembro de 2019, a Nokia venceu licitação com a Deutsche Bahn para conduzir testes com instalação de 5G para operações ferroviárias, visando verificar a confiabilidade dessas redes para o controle adequado desse serviço e garantir a segurança dos usuários.
- Em novembro de 2019, as empresas Qualcomm e Siemens realizaram uma prova de conceito do que alegam ser a primeira rede 5G *Standalone* (SA) privada em um ambiente industrial real em Nuremberg.
- Em julho de 2019, a Autoridade Portuária de Hamburgo (HPA), a Deutsche Telekom e a Nokia finalizaram um ensaio de 18 meses com equipamentos com funções *IoT* em uma rede 5G utilizando *network slicing* no Porto de Hamburgo. O teste foi feito em uma área de 8.000 hectares e focou no controle de tráfego e monitoramento da infraestrutura do porto.

Um aspecto de destaque no mercado de 5G na Alemanha é o desenvolvimento de redes privadas[66]. A Agência Federal de Redes, a Bundesnetzagentur, entidade do BMWi, separou uma faixa de 100 MHz da banda de 3,7 GHz para concessão direta a empresas, não necessitando passar pelas operadoras. Isso permite a construção de redes móveis privativas, oferecendo um novo nível de segurança digital e maior confiabilidade do uso dessas redes.

Para obter a licença de uso, as empresas devem atender a requisitos do BMWi que, em resumo, estão ligados à capacidade financeira e técnica de instalar a rede, ao limite de uso em área proprietária da empresa e a não ter histórico de uso inapropriado de outras redes de telecomunicações. Além de cumprir esses requisitos, as empresas devem arcar com custos da licença para uso desses espectros, com a taxa composta por um valor fixo adicionado a um valor proporcional ao tamanho da banda concedida e da área de uso dessa banda. A escolha pelo uso de um componente fixo no custo da licença foi feita para não criar um obstáculo para modelos de negócios como os de *startups*, médias e pequenas empresas ou empresas agrícolas.

Até junho de 2021, o BMWi já havia concedido licenças para criação de redes privadas para mais de 120 empresas de diversos setores, sendo alguns exemplos notáveis: Accenture, Airbus, Audi, Bayerischer Rundfunk, Corning Services, Evonik, Huawei, Media Broadcast e Mercedes-Benz.

É importante salientar que, mesmo com a possibilidade de adquirir a capacidade de uso privado de parte do espectro diretamente com o governo alemão, as operadoras de telecomunicações também fornecem esse serviço para empresas. Alguns casos notáveis desse modelo são:

- Contratação da Vodafone para criação de redes privadas 5G para produção de veículos na “Fábrica 56”, da Mercedes-Benz, em Sindelfingen, e gestão de um hangar de aeronaves da operadora aérea Lufthansa em Hamburgo;
- Contratação da Deutsche Telekom à criação de redes privadas 5G, para a fabricante de lâmpadas OSRAM e a montadora BMW.

Desafios para a implementação do 5G

Os principais desafios para expansão da implementação do 5G na Alemanha atualmente estão ligados à predominância atual do uso de tecnologia *Non-Standalone* para as transmissões e um número ainda pequeno de indivíduos com celulares habilitados para o 5G, apesar de as vendas estarem aumentando. Ambos levam a entender que o serviço 5G ainda não atingiu seu potencial de qualidade e utilidade para a população em geral, de modo a não criar apelo para aquisição dos serviços pelos usuários.

[66] Maturidade das redes privadas de 5G na Alemanha: BMWi – https://www.musikindustrie.de/

Nas redes *Non-Standalone,* a infraestrutura atual utilizada no país é aquela construída em cima da antiga infraestrutura de 4G, com melhorias feitas para utilizar a nova tecnologia. Dessa forma, os equipamentos da rede da operadora com as quais as transmissões dos sinais são feitos não são aqueles para o funcionamento ideal e diminuem a performance da tecnologia 5G em relação às suas promessas, tornando o serviço menos atrativo e talvez inviável para certas aplicações, o que desestimula a expansão de seu uso.

Além disso, a transferência de usuários para dispositivos habilitados para funcionar com o 5G tende a ser modesta. Esse desafio pode ser correlacionado ao alto preço dos telefones celulares habilitados para 5G e à baixa qualidade do serviço em relação ao seu potencial, já que o investimento em novos aparelhos com a nova tecnologia torna-se menos atrativo para o usuário se a diferença para o 4G não for significativa.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

A Alemanha sempre teve excelentes níveis de inovação, sendo bem classificada nos rankings globais de inovação como o da Bloomberg, no qual aparece, em 2021, na 4ª posição. Um dos grandes pontos fortes do país, segundo o Fórum Econômico Mundial, é a capacidade de desenvolver novas ideias e transformá-las em soluções comerciais com uma velocidade muito grande. Isso é efeito da importante participação do setor privado no processo de inovação, seja através de recursos e desenvolvimentos próprios, ou por meio da ótima conexão e parcerias com os centros de pesquisa do país. Os índices da economia alemã também refletem um ambiente fértil para negócios, sendo o país com maior Produto Interno Bruto da Europa (3,94 trilhões de dólares em 2019, antes da pandemia de Covid-19). A Alemanha também tem histórico recente de baixos níveis de inflação e de dívida pública, refletindo um estado de estabilidade econômica e previsibilidade de investimentos.

A Alemanha é o segundo país europeu de mercado de investimento de risco, atrás apenas do Reino Unido. Em 2019, as *startups* do país conseguiram bater o recorde de investimentos desse tipo, levantando 5,7 bilhões de dólares, valor que representa 49% de crescimento ante os 3,8 bilhões de dólares levantados em 2018. Os setores que mais conseguiram investimentos são o de mobilidade, *fintechs* e *software* B2B, responsáveis por 26%, 23% e 20% do total dos investimentos, respectivamente[67]. Esse ambiente aquecido de *startups* pode se mostrar importante para o desenvolvimento de novas aplicações de 5G. Já existem diversas empresas com foco em realidade aumentada que podem se transformar e alavancar suas soluções com o 5G como a Goodly Innovation, que fornece um *software* de orientação com base em realidade aumentada para empresas de fabricação e embalagem biofarmacêuticas, ou a Ubimax, com soluções de realidade aumentada para operações de coleta de pedidos, fabricação e inspeção. Em *hardware* de rede, há o caso da ALCAN System, que desenvolveu antenas inteligentes de 5G para ondas milimétricas (frequências acima de 24 GHz).

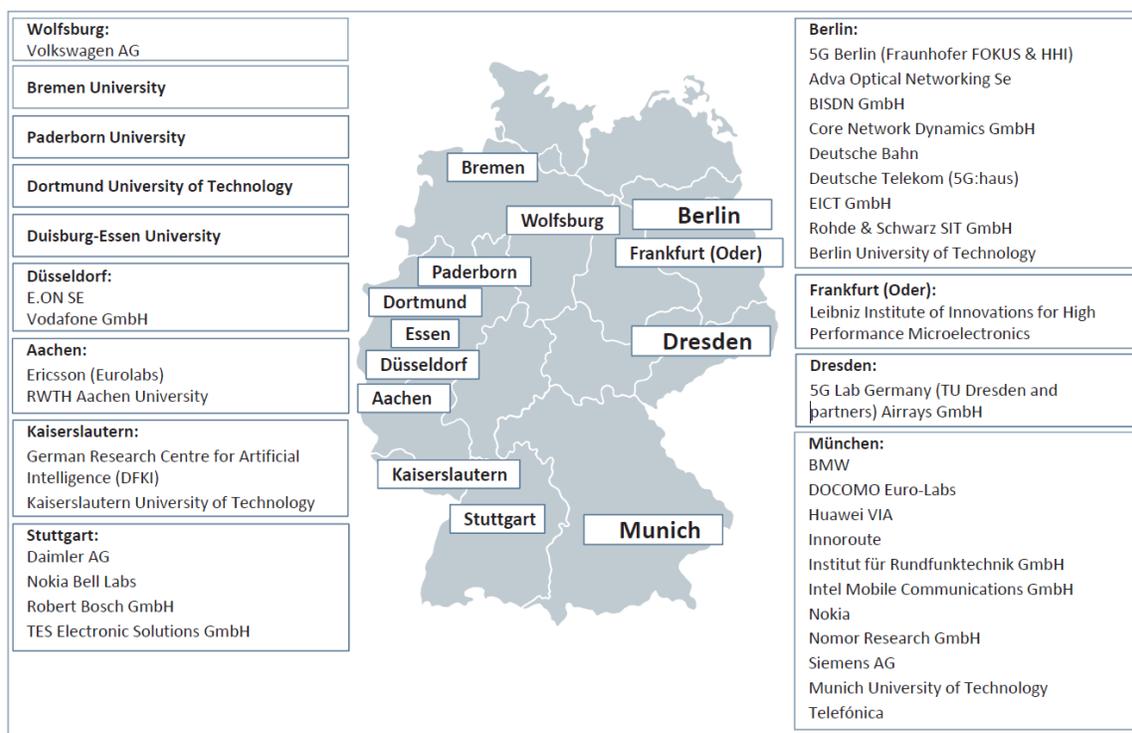
Apesar do bom ambiente para *startups,* as empresas tradicionais de grande porte têm o protagonismo no processo de inovação alemão, já que estar na ponta do desenvolvimento permite a rápida transformação do conhecimento bruto em soluções comerciais. Geralmente, essas empresas contam com capital próprio e farto, com centros e laboratórios focados em P&D e com incubadoras e aceleradoras para incentivar também as soluções advindas de *startups*.

---

[67] Relatório sobre capital de risco da Alemanha: https://medium.com/venture-beyond/diving-into-germanys-venture-capital-landscape-in-2020-291cf4b86f2

As universidades também participam ativamente do processo de inovação e muitas delas têm parcerias com médias e grandes empresas do país, algumas delas incentivadas pelo governo. Na Figura 7, podemos ver uma seleção feita pelo governo alemão das principais empresas, universidades e centros de pesquisa participando do desenvolvimento de 5G no país para facilitar o intercâmbio de informações e resultados obtidos. Pode-se perceber diversos atores do ecossistema, alguns exemplos são:

- Indústria – Volkswagen, BMW, Daimler, Bosch;
- Operadoras de telecomunicações – Vodafone, Telefônica;
- Entidades relacionadas a fabricantes de equipamentos de infraestrutura de rede – Ericsson, Nokia, Huawei;
- Universidades – Bremen, Berlim, Dortmund, Aachen, Munique;
- Centros e laboratórios de pesquisa – 5G:haus, 5G Berlin, 5G Lab Germany.

Figura 7: Atores do ecossistema de inovação alemão participando do desenvolvimento de 5G

Abaixo estão alguns casos de centros de pesquisa e laboratórios construídos pelas operadoras do país para fomentar o desenvolvimento de novas aplicações 5G:

- Telefônica – Wayra Tech Lab:
  Patrocinado pela Telefônica Germany Technology, Wayra Tech Lab, em Munique, é o único laboratório que fornece todas as tecnologias necessárias para inovação e desenvolvimento de aplicações 5G: 5G Público (NSA) e Privado (SA), *Edge Computing*, *NB-IoT* (*narrow band IoT*) e *LTE-m* (*Long Term Evolution for Machines*). *Startups* podem desenvolver casos de uso inovadores e fazer parceria com a Telefônica para uma solução pronta para comercialização.

A Wayra também está presente em outros 10 países (Brasil, Espanha, Reino Unido, Argentina, Colômbia, Chile, México, Peru e Venezuela), mas apresenta estruturas e recursos diferentes em cada país.

- Vodafone – Vodafone Innovation Park:
  A Vodafone criou seu Innovation Park para oferecer estrutura e ser um centro de interação de diferentes atores do ecossistema de inovação (corporações, *startups*, universidades e outros). O desenvolvimento feito nesses laboratórios vem dos próprios funcionários e recursos da Vodafone. O Innovation Park é composto por diferentes laboratórios: 5G Lab, 5G Mobility Lab, Iot Future Lab e Innovation Garage.

- Deutsche Telekom – 5G: haus e hubraum:
  A Deutsche Telekom tem seu laboratório próprio (5G: haus) para incentivar o desenvolvimento de aplicações 5G. A DT trabalha dentro de seu laboratório de inovação com uma ampla gama de parceiros, incluindo universidades, empresas de pesquisa, *startups* e fornecedores de equipamentos de infraestrutura de rede estabelecidos tais como Ericsson, Nokia, Samsung, ZTE, Qualcomm e Huawei.

  A Deutsche Telekom também tem uma incubadora de tecnologia chamada hubraum, cujo objetivo é reunir *startups* em estágio inicial e as principais empresas de telecomunicações europeias, estimulando a transferência de inovação e criando oportunidades de negócios para ambos os lados. A Hubraum também está presente na Polônia (Cracóvia) e Israel (Tel Aviv).

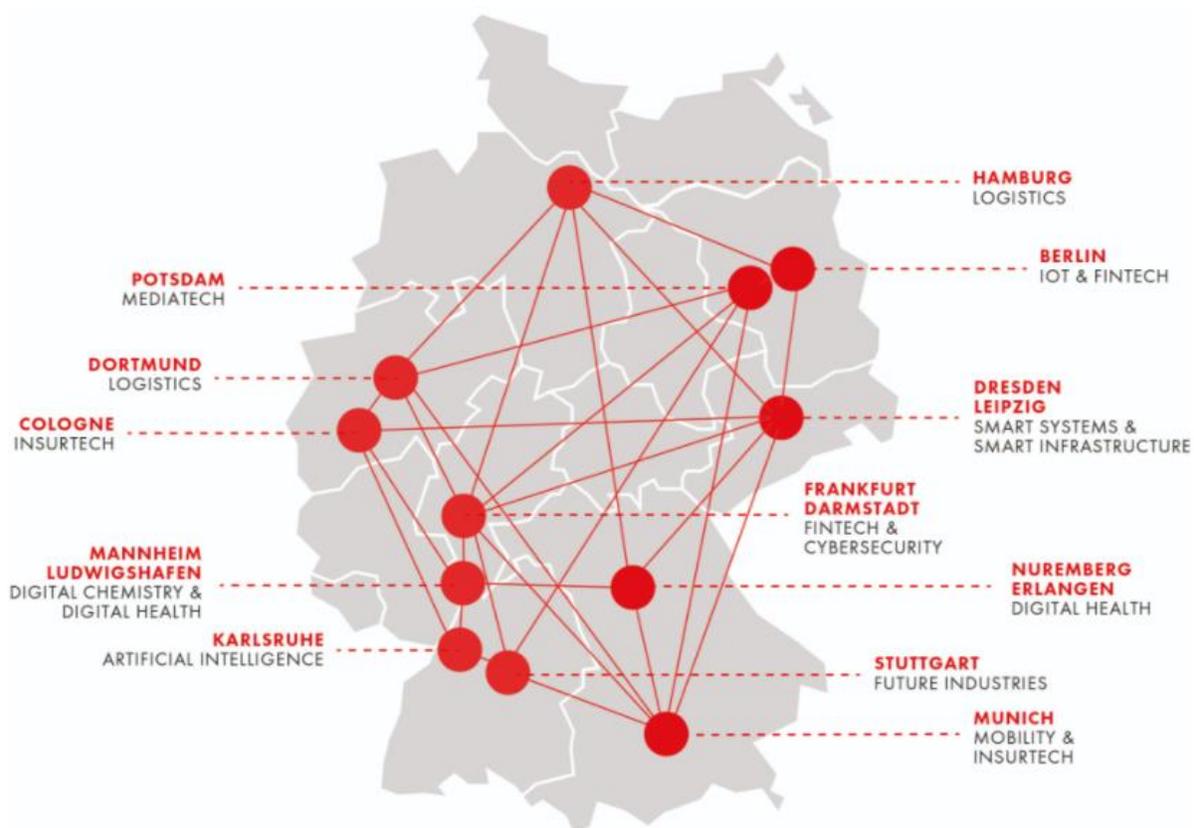
As universidades também têm centros de pesquisas e laboratórios específicos para o 5G. Abaixo estão algumas dessas iniciativas:

- 5G Lab Germany, localizado na TU Dresden (Universidade de Tecnologia de Dresden);
- 5G Berlin, uma parceria entre os institutos de pesquisa e a indústria para promover projetos conjuntos sobre 5G, contando com a participação da Universidade de Berlim, da Universidade de Tecnologia de Chemnitz e da organização de pesquisa Fraunhofer;
- 5G Bavaria, um centro de testes lançado pela Fraunhofer, uma organização de pesquisa sem fins lucrativos, financiado pelo governo alemão, e por contratos de desenvolvimento e pesquisa advindos do próprio governo ou da indústria.

Por fim, é fundamental o papel do governo alemão no ecossistema como um todo. Além da disponibilização de fundos (detalhados na seção de políticas públicas) para apoio financeiro dos atores do ecossistema, o governo esforçou-se para promover a interação entre os atores, no apoio a *testbeds* e também na disponibilização de frequências dedicadas para redes privadas de 5G. Isso facilitou enormemente a introdução de empresas fora do mercado de telecomunicações e pode acelerar a criação de aplicações mais direcionadas às necessidades reais dos diferentes setores da economia.

Além de incentivo direcionado ao 5G, o governo alemão também promove e fomenta a inovação através de outro programa, o *Digital Hub Initiative.* Trata-se de um programa nacional lançado, em 2017, pelo Ministério de Economia e Energia alemão, que tem como objetivo criar um ecossistema de inovação digital ao criar conexões entre profissionais, *startups*, pequenas e médias empresas (ou *Mittelstand*, termo alemão comumente usado para se referir a empresas desse porte), grandes corporações e institutos de pesquisa. A iniciativa é composta por 12 *hubs* regionais, focados em diferentes setores como logística, saúde digital, *IoT*, IA, *fintech* e outros. A ideia que dá suporte ao estabelecimento desses *clusters* é que a cooperação entre empresas, *startups* e institutos de pesquisa dentro de uma pequena área impulsiona a inovação, de modo similar ao que ocorre no Vale do Silício, nos EUA. A localização dos *hubs* se dá, segundo o ministério, em regiões onde empresas consideradas líderes de inovação em seu setor e instituições de pesquisa e ensino específicas do setor estão sediadas. Os *hubs* oferecem oportunidades para *startups*

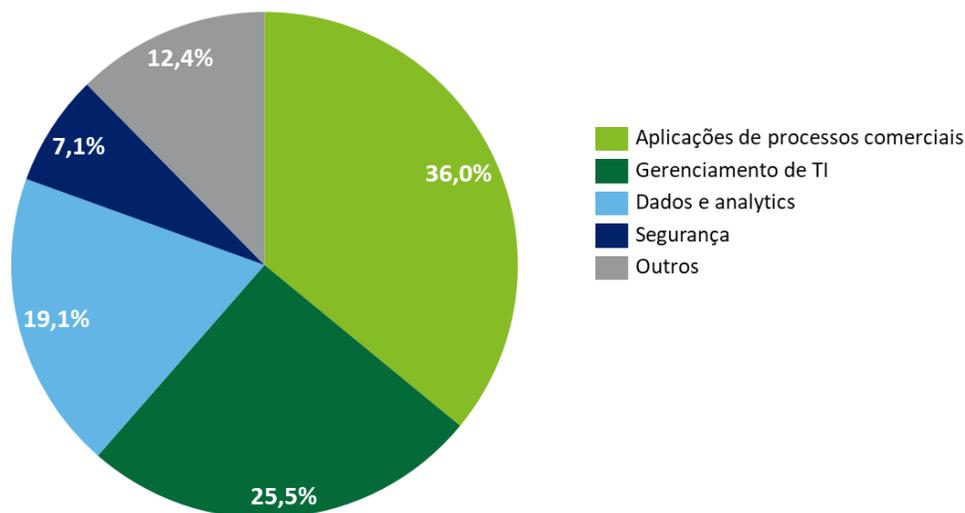
discutirem e fazerem negócios com aceleradoras, incubadoras e participar de eventos de *networking*, além de poder trabalhar com grandes empresas desde o desenvolvimento de planos de negócios até o lançamento no mercado de suas soluções digitais. Desde o lançamento até 2020, mais de 2.500 *startups*, 2.000 pequenas e médias empresas, 100 institutos de pesquisa e 350 empresas estrangeiras participaram do programa. O *Digital Hub Initiative* também tem parceria com programas similares presentes em outros países europeus para promover a troca de experiência e oportunidades de negócios.

Figura 8: Rede conectada de *hubs* do *Digital Hub Initiative*

Cenário de *Software*

O mercado de *software* na Alemanha era estimado em 26,7 bilhões de dólares em 2020. Com esse número, o país tem o maior valor de mercado dentro da Europa, com 18,4%, representando 4,6% do mercado mundial. Apesar de uma queda no mercado durante a pandemia (-4,5% em relação ao ano de 2019), a CAGR entre 2016 e 2020 foi de 2,4% e a expectativa é de que esse crescimento seja de 8,9% de 2020 a 2025[68], atingindo 40,9 bilhões de dólares ao fim desse período.

[68] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado “*Germany – Software, February 2021*”, MarketLine

A Figura 9 apresenta a composição do consumo de *softwares* no país em 2020, com uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI que, juntos, representam 61,5% dos *softwares* adquiridos no país.

Figura 9: Segmentos do mercado de *software* na Alemanha (2020)[69]

Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 32,3 bilhões de dólares em exportação, equivalente a 9% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais relacionados a *softwares* representaram 2% de todos os serviços exportados, com valor total de 5,8 bilhões de dólares.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 42,7 bilhões de dólares, 12% do total. Já os serviços computacionais relacionados a *softwares* foram responsáveis por 12,9 bilhões de dólares, 3% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra um balanço comercial negativo para Alemanha, com importações maiores que exportações, com valores de importação indicando certo nível de dependência em relação aos fornecedores externos de serviços de *software*.

De acordo com um executivo de uma empresa global de tecnologia, a diferença do balanço comercial de *software* da Alemanha pode ser explicada pelo efeito da forte competição que empresas de outros países têm demonstrado, especialmente na Ásia, como China e Índia. O aumento da competitividade do mercado global de

[69] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento, aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.
Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.
Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT.*
Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.
Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.

software se deu pela relativa baixa barreira de entrada, em que avanços significativos podem ser feitos em um curto espaço de tempo, já que se trata de um setor muito mais inovador que o mercado de *hardware*, por exemplo. Por essa dinâmica, o mercado de *hardware* e máquinas tende a manter seus líderes tradicionais por mais tempo e, nesse âmbito, a Alemanha se destaca mais em termos globais.

Isso não quer dizer, no entanto, que o setor de *software* é pouco desenvolvido no país. O mercado interno alemão continua muito robusto, sendo o maior da Europa, e demanda muitos serviços e soluções das empresas do país. Um dos principais motores da demanda vem da chamada *Mittelstand* (termo alemão para PMEs), que representam 99,6% de todas as empresas do país e são consideradas essenciais para a força da economia alemã. Além de ser composta por diversas empresas de *software* altamente especializadas e promissoras, a *Mittelstand* forma uma grande base de clientes aumentando a demanda interna por soluções de *software*.

O setor de tecnologia e *software* está cada vez mais integrado com os outros setores da economia. Particularmente, existe uma forte ligação com o setor de engenharia mecânica e de manufatura, o qual a Alemanha tem longo histórico e expertise tecnológica. A combinação com a indústria de *software* deixa o país com grandes oportunidades para a indústria 4.0 e *IIoT* (Internet das Coisas Industriais). Outros setores, como Logística, Saúde e Financeiro, também têm o foco do governo alemão através do programa *Digital Hub Initiative* (apresentado na seção anterior desse relatório).

A indústria de TIC alemã empregava 1,1 milhão de pessoas em 2019[70]. O setor de desenvolvimento de *software*, mais especificamente, conta com cerca de 360 mil profissionais e mais de 47 mil empresas, sendo sua grande maioria pequenas e médias empresas[71]. Curiosamente, existe falta de mão de obra altamente qualificada na Alemanha, pois não se formam profissionais em quantidade suficiente para suprir a demanda do setor de *software* no geral. O envelhecimento da população, diminuição da representatividade de pessoas jovens e baixa natalidade do país fazem com que já exista demanda por profissionais e desenvolvedores de *software* estrangeiros. Uma situação parecida tem ocorrido com a Inglaterra.

O mercado alemão de *software* é dominado por empresas multinacionais americanas como Microsoft, IBM e Oracle, além da empresa local SAP. Devido à sua relevância, traremos uma breve descrição da SAP na seção a seguir. Além da SAP, outras empresas alemãs que se destacam no setor de *software* são:

- *Software* AG, segunda maior empresa alemã de *software*, que oferece uma variedade de serviços e soluções digitais como *IoT & Analytics*, integração de sistemas, transformação digital e automatização de processos, dentre outros;
- TeamViewer, que foca em solução de *software* em nuvem para permitir o suporte técnico remoto de TI, sua principal solução leva o mesmo nome da empresa;
- Think-Cell, conhecida por seus produtos de extensão (*add-in*) para aplicativos da Microsoft como *PowerPoint* e *Excel*, sendo o mais conhecido uma ferramenta para facilitar a criação de gráficos.

SAP

A SAP é a maior empresa de *software* alemã e líder global de soluções de ERP (*Enterprise Resource Planning*), seu segmento. Foi fundada em 1972 por cinco antigos profissionais da IBM com a ideia de criar um sistema para

[70] Números do mercado TIC da Alemanha: https://zerotoonesearch.medium.com/german-it-market-in-12-facts-2b1c499a1c86

[71] Números do setor de *software* da Alemanha: https://www.ibisworld.com/germany/industry/software-development/931/

integrar todos os processos empresariais e viabilizar o processamento de dados em tempo real. Hoje, 77% de todas as transações comerciais que acontecem no mundo passam por algum sistema ou solução da SAP.

O ERP contempla *software* de aplicações de processos, com soluções para a gestão de relacionamento com clientes, gestão de dados, gestão de capital humano e gestão da cadeia de suprimentos. A mistura de processamento, padronização e integração de dados em tempo real foi a base para a transformação da SAP de uma pequena empresa alemã em grande player global de *software* de negócios. Essa mudança começou em 1993 com o lançamento da terceira geração de sua ferramenta, o R/3. O momento parece ter sido ideal, com a crescente demanda global de empresas por automatização de processos e por *software* ERP. No início dos anos 2000, a SAP estava entre as 3 maiores empresas de *software* e tecnologia do mundo, junto com Microsoft e Oracle.

Alguns especialistas também consideram que a mudança de modelo de negócio, com empresas parceiras para fazer papel de consultoria e implementação de suas ferramentas e participar de uma parte bastante rentável do negócio, foi essencial para a escalabilidade e sucesso do negócio a nível global. A SAP também cresceu através de aquisições de outras empresas menores ao redor do mundo, que ajudaram a consolidar o seu papel de liderança e competitividade global. Ao todo, foram 72 aquisições em mais de 10 países.

Não há evidências de algum tipo de apoio especial advindo do governo alemão para viabilizar ou fortalecer a empresa ao longo de sua história. Existe sim uma influência do ecossistema de negócios alemão, considerado bastante desenvolvido em comparação com o restante do mundo. Além disso, a empresa conta com alta capacidade técnica e de negócios desde a sua criação, sendo pioneira em sua solução.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

O governo alemão tem se mostrado importante promotor do avanço do 5G no país. Em 2017, o governo federal lançou o documento “*5G Strategy for Germany*”, parte de um contexto maior de uma iniciativa digital para a Alemanha pavimentar seu caminho para se tornar uma sociedade preparada para a era *Gigabit* (termo referente à quantidade de dados criados e utilizados no futuro digital) até 2025. A estratégia para o 5G detalha como o governo pretende incentivar e criar o ambiente necessário ao desenvolvimento das tecnologias de quinta geração para o país se tornar referência no assunto.

A estratégia alemã para o 5G foi planejada em cinco pilares principais, constituídos de subtópicos com iniciativas a serem tomadas:

1. **Intensificar o lançamento da rede:**

1.1. Facilitar a conexão das estações rádio base através de cabos de fibra óptica;
1.2. Intensificar a co-usabilidade das infraestruturas passivas das operadoras para o desenvolvimento de células 5G;
1.3. Incentivar a implementação da rede, e manter proteção à saúde.

2. **Disponibilizar frequências com base na demanda:**

2.1. Intensificar a harmonização do espectro 5G em nível global e europeu;
2.2. Disponibilizar espectro abaixo de 6 GHz;

2.3. Criar planejamento para a oferecimento da banda de 26 GHz;
2.4. Disponibilizar frequências de teste.

3. Promover a cooperação entre as indústrias de telecomunicações e outros setores da economia:

3.1. Continuar com o Fórum de Diálogo de 5G, promovendo workshops específicos para diferentes setores;
3.2. Apoiar ativamente o processo de padronização.

4. Pesquisa direcionada e coordenada:

4.1. Apoiar pesquisas;
4.2. Financiar pesquisas de forma direcionada, apoiar *testbeds;*
4.3. Conectar e coordenar atividades de pesquisa na Alemanha.

5. Apoiar as cidades com a implementação do 5G:

5.1. Organizar uma competição de 5G entre municípios;
5.2. Apoiar o planejamento de projetos com a ajuda de parceiros do setor.

Políticas públicas adotadas

Além de ter papel de facilitador do ambiente e do ecossistema de desenvolvimento, o governo alemão tem disponibilizado recursos financeiros através de fundos específicos para 5G.

Um exemplo é a *"Gigabit initiative for Germany"*, uma iniciativa entre o governo e representantes da indústria de telecomunicações que tem como objetivo desenvolver a infraestrutura necessária para o uso de aplicações gigabit na Alemanha até o final de 2025. Nesse contexto, a infraestrutura de 5G também é considerada. Para esse objetivo, o governo previu a utilização de 10% dos recursos federais a serem alocados no investimento em infraestrutura digital a partir de 2018, o que significa que 3 bilhões de euros (3,5 bilhões de dólares) serão disponibilizados a cada ano até 2023.

Outra iniciativa com disponibilização de recursos é a criação de um fundo de pesquisa de 80 milhões de euros (93 milhões de dólares) para apoiar *testbeds* de 5G, advinda do pilar número "4 – Pesquisa direcionada e coordenada" da estratégia de 5G da Alemanha. Esse programa tem três prioridades claras para desenvolvimento de pesquisa:

1. **Comunicações sem fio confiáveis na indústria:**
   Os sistemas sem fio industriais tendem a trazer maior segurança, disponibilidade, flexibilidade e eficiência na comunicação industrial de dados e sinais.

2. **5G: internet industrial:**
   A internet industrial, também conhecida como Internet das Coisas Industriais (*IIoT*), reúne ativos críticos, análises preditivas e prescritivas avançadas e trabalhadores industriais modernos. É a rede de uma infinidade de dispositivos industriais conectados por tecnologias de comunicação que resulta em sistemas que podem monitorar, coletar, trocar, analisar e fornecer insights valiosos. Esses insights podem, então, ajudar a impulsionar a tomada de decisão de negócios mais inteligente e rápida para as empresas industriais.

3. **5G: internet tátil:**

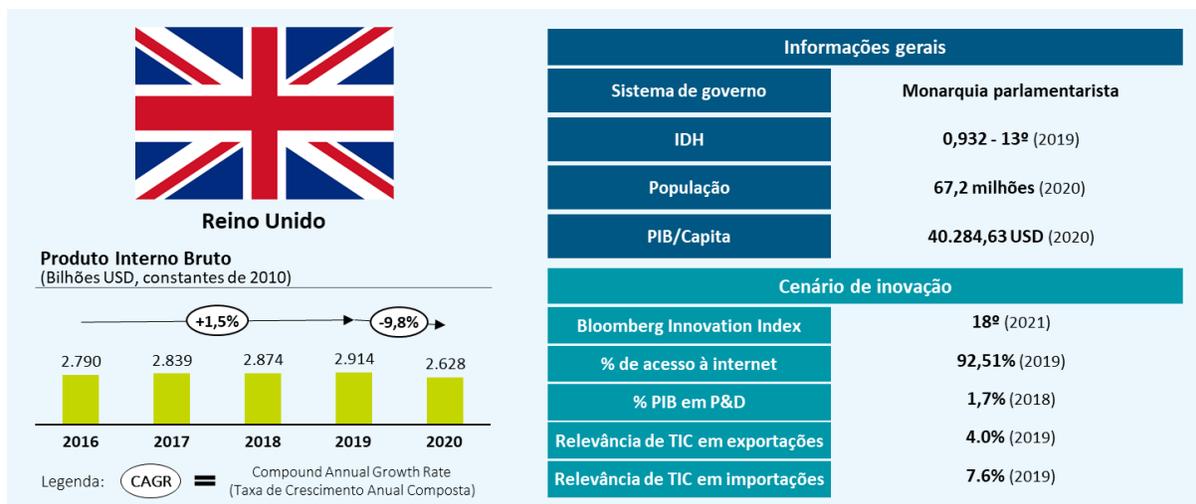
   A internet tátil refere-se ao controle por internet de um aplicativo com tempo de resposta extremamente curto imperceptível aos seres humanos (da ordem de milissegundos). Isso tornará possível aplicações em áreas como telemedicina e comunicação Car2Car.

Existe um programa de incentivo à tecnologia chamado "*Platforms*, *Additive Manufacturing*, *Imaging, Communication, Engineering* – PaiCE", previsto de 2016 a 2021, que visa financiar 14 projetos com orçamento total de 46 milhões de euros (53,8 milhões de dólares) advindos tanto do BMWi quanto da iniciativa privada. Um dos projetos financiados pelo PaiCe é um de "*Industrial communication for factories*", com tecnologias de 5G, que utilizou 18,3 milhões de euros (21,4 milhões de dólares), dos quais 55% oriundos de recursos públicos.

No plano para combater a crise econômica causada pela Covid-19, o governo alemão decidiu destinar 7 bilhões de euros (8,2 bilhões de dólares) adicionais para fomento de aplicações 5G, pois acredita-se que grande parte da recuperação e crescimento econômico do futuro próximo será suportado pelas tecnologias de quinta geração.

Além disso, as empresas alemãs que desejarem algum tipo de financiamento ou incentivo público podem contar com as iniciativas já existentes para a União Europeia, mas sem foco exclusivo em 5G. Mais informações e detalhes sobres essas iniciativas podem ser vistas no apêndice desse relatório.

Reino Unido

Informações Gerais

Resumo Executivo

O Reino Unido foi um dos primeiros países a realizar a liberação de seu espectro de frequências para o 5G. Ao todo ocorreram dois leilões até o momento, sendo o primeiro em 2018 e o segundo em 2021, ambos com foco nas mesmas bandas (2,3 GHz e 3,4 GHz). As grandes operadoras do país (O2, Vodafone, EE e Three) garantiram suas respectivas partes de espectro.

Atualmente, segundo informações das próprias operadoras, estima-se que 40% do território e 80% da população do Reino Unido tenha acesso a algum tipo de rede 5G, mas especialistas de mercado apontam que esses números podem estar inflados e não representar a realidade atual. O objetivo final a ser atingido é de 99% da população coberta até 2026. Alguns desafios que podem atrasar o avanço do 5G no país são a predominância de infraestrutura de rede considerada não ideal para a entrega do potencial total do 5G, o alto custo para a atualização dessa rede e a limitação de espectro contínuo disponível para as operadoras.

O ecossistema 5G do país é composto principalmente por:

- Governo: o governo atua como facilitador e promotor de um ambiente que busca incentivar o desenvolvimento de 5G, investindo diretamente em alguns casos. O Ofcom, Office of Communications, é responsável por organizar os leilões dos espectros de frequência, e o Departamento de Digital, Cultura, Mídia e Esporte (DCMS) financia diferentes *testbeds* de 5G no país.
- Universidades: são tradicionalmente muito relevantes no Reino Unido e assumem papel central na promoção de pesquisa e desenvolvimento e inovação no país, além de estarem intimamente ligadas ao setor privado através de seus TTO (*Technical Transfer Offices*) e muitas vezes possuírem laboratórios específicos para 5G.
- Operadoras de telecomunicações: além de construírem a infraestrutura no país, atuam como um importante elemento promotor do desenvolvimento da tecnologia 5G ao liderarem iniciativas como laboratórios e incubadoras específicos para 5G.

- Empresas do setor privado: participação importante do ecossistema do Reino Unido, com menção especial às médias e grandes empresas. O ambiente de *startups* do Reino Unido é o mais aquecido da Europa e demonstra ser um importante elemento nesse ecossistema nos próximos anos, um ambiente fértil para futuros avanços no 5G.

O governo do Reino Unido tem tomado diversas atitudes para fomentar, criar o ambiente necessário ao desenvolvimento das tecnologias de quinta geração e financiar diretamente programas e iniciativas que busquem acelerar a adoção do 5G no país. Um exemplo foi o anúncio de 1 bilhão de dólares para testes 5G e implementação completa de fibra óptica em toda a região até 2021.

Através do DCMS, o programa 5GTT – 5G *Testbed and Trials* – tem um fundo de 272 milhões de dólares para iniciativas como o financiamento de *testbeds* espalhadas pelo país e a promoção de concursos e competições de 5G com financiamento aos projetos vencedores.

Além disso, por conta do *Brexit*, o governo do Reino Unido e a União Europeia estão negociando para que os acordos pré-existentes de pesquisas sejam mantidos. Caso exista acordo entre as partes, empresas britânicas que desejarem algum tipo de financiamento ou incentivo público poderão continuar contando com os mesmos fundos dos países da União Europeia.

Alegando questões de segurança digital, o Reino Unido optou pelo banimento da Huawei e lançou um programa de diversificação da cadeia de fornecimento de equipamentos de 5G, seguindo o seguinte plano:

- Oferecer suporte a fornecedores já existentes e contratados (Nokia e Ericsson);
- Atrair novos fornecedores para o mercado britânico;
- Acelerar soluções de interface aberta (incluindo *Open RAN*).

Portanto, pode-se dizer que o Reino Unido também tem tentado criar as condições ideais para um avanço robusto do 5G e suas aplicações no país. O governo tem participado e vem estimulando ativamente o ecossistema de inovação, com grande destaque para o papel desempenhado pelas universidades do país, muito incentivadas pelo setor público, trabalhando bem integradas a empresas privadas para desenvolver e aplicar soluções de todo tipo, incluindo as vinculadas ao 5G.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O Ofcom, o órgão regulador de telecomunicações do Reino Unido, realizou o primeiro leilão de 5G em abril de 2018, com 190 MHz vendidos nas bandas de 2,3 GHz e 3,4 GHz por um valor total de 1,9 bilhão de dólares. Em abril de 2021, um segundo leilão foi realizado, alocando mais 190 MHz das mesmas bandas por 1,2 bilhão de dólares[72]. As operadoras O2, Vodafone, EE e Three participaram de ambos os leilões. A Tabela 8 apresenta um resumo do resultado desses leilões:

[72] Status dos leilões do 5G no Reino Unido: ITU – *International Telecommunication Union* – https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx

Tabela 8: Resumo do leilão de frequências 5G no Reino Unido

Operadora	Ano	Banda	Largura de banda	Valor (milhões de dólares)
O2	2018	2,3 GHz	40 MHz	150,3
		3,4 GHz	40 MHz	231,9
	2021	3,6 GHz	40 MHz	121,0
		700 MHz	2 x 10 MHz	201,6
Vodafone	2018	3,4 GHz	50 MHz	272,3
	2021	3,6 GHz	40 MHz	127,0
EE	2018	3,4 GHZ	40 MHz	220,9
	2021	3,6 GHZ	40 MHz	121,0
		700 MHz	2 x 10 MHz	201,6
			20 Mhz	2,9
Three	2018	3,4 GHz	20 MHz	110,4
	2021	700 MHz	2 x 10 MHz	201,6

Em relação ao fornecimento da tecnologia para construção da infraestrutura, o Reino Unido escolheu pelo banimento da empresa chinesa Huawei, alegando preocupações com segurança cibernética, após pressão do governo dos EUA. Além dessa decisão afetar a construção da futura rede, toda estrutura de 5G já instalada com sistemas Huawei deverá ser substituída até 2027, e as operadoras que não cumprirem a meta poderão pagar multas de até 10% de suas receitas.

Um ponto específico a ser tratado é a criação de redes de 5G privadas, com o governo separando em dezembro de 2019 parte do espectro (bandas de 3,8 a 4,2 GHz e a de 26 GHz) para uso por empresas. Há muito interesse demonstrado em redes de 5G privadas, com várias empresas iniciando pilotos em parceria com as operadoras 5G.

Casos de uso da tecnologia 5G

O Reino Unido apresenta diversos casos de uso piloto do 5G. Abaixo são apresentados alguns dos pilotos mais recentes em diferentes verticais da indústria ou de aplicações 5G:

- Em fevereiro de 2021, a O2 (Telefônica) juntou-se à empresa japonesa NEC e à americana Altiostar para testar soluções e definir uma arquitetura customizável de *Open RAN* de acordo com as características da rede da O2.
- Em novembro de 2019, a EE, operadora do grupo BT, junto à University Hospitals Birmingham NHS Foundation Trust *(*UHB*),* demonstrou como a tecnologia 5G pode trazer benefícios ao setor de saúde, com um sistema de diagnóstico remoto usando uma ambulância conectada ao 5G.
- Em junho de 2019, na University of Bristol, ocorreu a primeira aula de música com 5G do mundo, onde o artista Jamie Cullum tocou ao vivo com outros músicos localizados em diferentes locais. Esse experimento mostrou a vantagem da baixa latência conseguida com o 5G.
- Em abril de 2019, a Worcester Bosch, empresa de aquecedores do Reino Unido, fez parceria com a Ericsson para testar uma fábrica 4.0 com rede privada de 5G. O teste utiliza a *IoT* com sensores para manutenção preventiva e feedback em tempo real, ao mesmo tempo em que usam análise de dados para prever quaisquer falhas potenciais.

- Em setembro de 2018, a Vodafone fez uma demonstração de uma chamada holográfica usando 5G. Segundo a empresa, a velocidade de transmissão de dados e baixa latência necessárias para essa chamada também permitiriam outros tipos de aplicações como cirurgia remota via robôs.

Desafios para a implementação do 5G

Alguns desafios podem atrapalhar a implementação do 5G no Reino Unido. A infraestrutura atualmente presente na região pode ser considerada não ideal para o potencial total do 5G, havendo a necessidade de expansão da rede de fibra óptica no país. Em 2018, as empresas de telecomunicações também indicaram que 70% da infraestrutura do Reino Unido precisava de *backhaul* atualizado nos próximos quatro anos para atender aos requisitos do 5G, de acordo com um relatório da Analysys Mason.

Além disso, o custo para atualização dessa rede é considerado alto. Grandes montantes já serão desembolsados pelas operadoras para adquirir as licenças de espectro, portanto, pode haver um avanço ainda contido para novas antenas. Uma maneira de diminuir os custos é a instalação de 5G NSA (*Non-Standalone*) sobre a infraestrutura de 4G já existente. No entanto, essa alternativa apresenta um aumento limitado de qualidade entre as duas tecnologias, de modo que a demanda por serviços 5G pode não aumentar na velocidade desejada pelas empresas, caso os valores cobrados sejam muito maiores em comparação com os valores de serviços 4G.

Ainda sobre infraestrutura, o banimento da Huawei para o fornecimento de equipamentos tende a atrasar e encarecer o avanço das redes 5G. As outras duas principais empresas fornecedoras, Nokia e Ericsson, devem ganhar maior poder de negociação, de modo que o preço final a ser pago pelas operadoras possa vir a ser maior. Ademais, os equipamentos de 5G da Huawei que já foram instalados deverão ser trocados, o que gera ainda mais despesas. No total, segundo o governo do Reino Unido, o banimento da Huawei deve representar custos adicionais, por conta da troca de equipamentos e operação necessária para tal, de 2 bilhões de libras (2,7 bilhões de dólares) e um atraso de dois a três anos na implementação da infraestrutura[73;74]. Como consequência desse aumento de custos, deve haver um encarecimento dos serviços de 5G para os usuários finais, dificultando a expansão e adesão nos próximos anos.

Por fim, um aspecto que tende a limitar o uso do potencial completo do 5G é o acesso limitado ao espectro. Segundo a ITU (*International Telecommunication Union),* para uma implementação de sucesso e experiência completa de 5G, seriam necessários 100 MHz de espectro contínuo. Atualmente, apenas a operadora Three tem essa condição.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

O Reino Unido tem um ecossistema de inovação bastante interconectado, composto por diferentes atores do setor privado, universidades, instituições de pesquisa e entidades governamentais. Esse cenário dá as condições para o país figurar na 18ª posição no grupo dos 20 países no ranking de inovação da Bloomberg. Esse ecossistema é o que vai promover o desenvolvimento do 5G no país, com o objetivo de colocar o Reino Unido entre as referências sobre essa tecnologia no mundo.

---

[73] Consequências do banimento da Huawei no Reino Unido: https://www.wired.co.uk/article/why-is-uk-banning-huawei-5g
[74] Consequências do banimento da Huawei no Reino Unido: https://www.bbc.com/news/technology-53403793

O Reino Unido é o país europeu mais relevante no mercado de investimento de risco. Em 2020, apesar da pandemia, as *startups* do país conseguiram levantar 15 bilhões de dólares, valor ligeiramente maior que os 14,8 bilhões de dólares levantados em 2019. Além disso, o país teve sete novos unicórnios (empresas com valor de mercado superior a 1 bilhão de dólares) em 2020, totalizando 80 unicórnios ao fim do ano.

Os investimentos ocorreram em diversos setores, incluindo *fintech,* e-*commerce* e energia renovável[75] .Londres é considerado o melhor ecossistema de *startups* da Europa e o que ajuda a explicar isso é o fato de que o Reino Unido, tradicionalmente, ocupou um papel de liderança na Europa e no mundo, portanto continua a ser um destino altamente atraente para os investimentos. O país caracteriza-se por um judiciário independente e forte, um sistema político estável, pró-negócios, com inovação desenvolvida. Assim, o principal ambiente europeu para *startups* pode se mostrar importante para o desenvolvimento de novas aplicações de 5G. Existem diversas *startups* com foco em soluções que são alavancadas pelo 5G como a Overview Ark, um estúdio criativo especializado em eventos multi-realidade que misturam elementos de realidade virtual e *streaming* para criar uma plataforma para músicos e artistas realizarem eventos reais e virtuais para seu público. Outro exemplo é a Photogram.ai, uma *startup* de fotografia computacional que produz uma câmera que usa Inteligência Artificial para processar as imagens com conectividade 5G e permite transmissão de conteúdo de vídeo de alta qualidade em plataformas de mídia social.

Existem diversas incubadoras e aceleradoras de *startups* no Reino Unido, mas uma em especial foca em soluções de 5G. Trata-se do 5PRING que reúne *startups* com soluções tecnológicas inovadoras, juntamente com empresas maiores e consolidadas, para colaborar e desenvolver soluções de uso do 5G. Entre os parceiros da 5PRING estão O2, Wayra UK, Deloitte, Catpult Digital e West Midlands 5G.

Outro elo importante do ecossistema de 5G são as operadoras de telecomunicações. Além de oferecerem serviços de dados, algumas dessas empresas também fomentam e incentivam a inovação através de diferentes iniciativas. Abaixo estão alguns exemplos com a participação das operadoras:

- O2 (Telefônica) – Wayra UK:
  Patrocinado pela Telefônica, a Wayra UK faz parte da rede de *hubs* de inovação Wayra, presente em 10 países. No Reino Unido, a Wayra é uma incubadora de *startups*, oferecendo suportes diversos para alavancar essas empresas.

- O2 (Telefônica) – Darwin SatCom Lab:
  O Darwin SatCom Lab é o primeiro laboratório comercial para comunicações 5G e satélite no Reino Unido. É parte do Projeto *Darwin*, um programa experimental de quatro anos apoiado pela O2 e pela Agência Espacial Europeia, sediado no Harwell Science and Innovation Campus, em Oxfordshire. Outras empresas agora podem usar esse laboratório para explorar e testar soluções de conectividade de última geração para veículos conectados e autônomos, usando os carros personalizados da O2 disponíveis.

- Vodafone – Vodafone Digital Innovation Hub:
  A Vodafone lançou um laboratório de testes e validação de *Open RAN* em seu campus de Newbury para apoiar o desenvolvimento dessa tecnologia para a indústria de telecomunicações. Essa iniciativa permite que haja diversificação na cadeia de fornecimento de telecomunicações, especialmente do 5G.

No Reino Unido, a relevância das universidades é alta, com entidades que estão entre as melhores do mundo nos mais diferentes rankings universitários. Para o 5G, existem centros de pesquisa gerenciados pelas universidades

---

[75] Informações sobre investimentos em *startups* no Reino Unido: https://dealroom.co/blog/record-uk-vc-funding-tops-15b-for-the-first-time-in-2020

e apoiados pelo governo que desenvolvem e testam novas aplicações de tecnologias de quinta geração, em parceria com a iniciativa privada, que pode ajudar com algum tipo de financiamento ou fornecimento de materiais. A criação da 5GUK Universities Test Network – entre a University of Surrey, líder do projeto, a University of Bristol e a King's College London – tem por objetivo criar uma forte capacidade para o desenvolvimento do 5G no Reino Unido. Isso se seguiu à criação da 5GIC na University of Surrey em 2013, com investimento inicial de 35 milhões de libras (47,6 milhões de dólares) do Conselho de Financiamento do Ensino Superior da Inglaterra (HEFCE), da indústria e parceiros regionais das universidades.

O sucesso do 5G depende da capacidade de inovação entre os institutos de pesquisa e indústria, de modo que o conhecimento desenvolvido seja implementado comercialmente. Nesse sentido, dentro das universidades existem os TTOs (*University Technology Transfer Offices*), que têm o objetivo de fazer a interface e criar conexões entre os pesquisadores acadêmicos e atores do setor privado, de modo que empresas dos mais variados tamanhos tenham melhor acesso ao conhecimento vindo das universidades. Por outro lado, as empresas têm a capacidade de orientar os pesquisadores a traduzir as descobertas científicas em soluções comerciais personalizadas e, por isso, investem tempo e dinheiro com objetivo constante de inovar no mercado.

Em geral, segundo um professor da University of Surrey[76], a parceria entre os institutos de pesquisa e setor privado ocorre mais através de empresas médias que, diferentemente das grandes empresas, não têm estrutura e recursos suficientes para constituir setores próprios de P&D e buscam inovar junto às universidades do país. Assim, as grandes empresas tendem, em geral, a inovar de maneira independente e com recursos próprios.

Um pilar importante para o desenvolvimento do 5G no país é o financiamento de *testbeds* pelo governo, fornecendo estrutura física e de equipamento para diversos testes de aplicações, desenvolvidos tanto por pesquisadores universitários quanto pelo setor privado. O governo do Reino Unido, através do DCMS é responsável por financiar seis *testbeds* no país com um valor total de 25 milhões de libras (34 milhões de dólares). Abaixo, mais detalhes a respeito dessas iniciativas:

- Investimento de 5 milhões de libras (6,8 milhões de dólares) para o consórcio 5G Smart Tourism, liderado pela Autoridade Combinada do Oeste da Inglaterra. Este *testbed* se concentrará em fornecer experiências visuais aprimoradas para turistas que usam tecnologia AR e VR nas principais atrações em Bath e Bristol, no sudoeste da Inglaterra.
- Investimento de 8 milhões de libras (10,9 milhões de dólares) para o consórcio Worcestershire 5G, liderado pela parceria Worcestershire Local Enterprise. Este *testbed* se concentrará no aumento da produtividade industrial através da manutenção assistida usando robótica, análise de big data e Realidade Aumentada sobre 5G.
- Investimento de 1 milhão de libras (1,4 milhão de dólares) para 5G Rural Integrated Testbed (5GRIT), liderado pela Quickline Communications. A 5GRIT testará o uso do 5G em uma variedade de aplicações rurais como agricultura inteligente e turismo, conectando comunidades carentes a serviços de comunicação digital.
- Investimento de 3 milhões de libras (4,1 milhões de dólares) para o consórcio 5G RuralFirst, conduzido pela Cisco, cujo objetivo é testar a conexão de comunidades e indústrias rurais na região das Ilhas Orkney e das cidades de Shropshire e Somerset.

[76] Especialista de mercado entrevistado pelo time da Deloitte

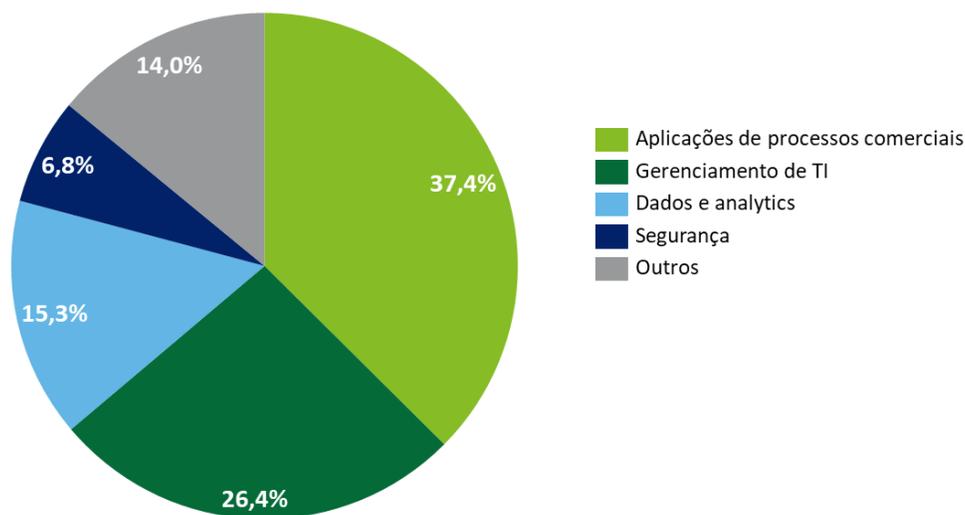
- Investimento de 5 milhões de libras (6,8 milhões de dólares) para o Liverpool 5G Testbed*,* liderado pela Sensor City, com foco em levar melhor conectividade a áreas carentes para uso em aplicações em saúde.
- Investimento de 1 milhão de libras (1,4 milhão de dólares) para a AutoAir, um *testbed* liderado pela Airspan Communications, focado em oferecer conectividade para veículos autônomos na pista de testes desses veículos da Millbrook.

Outras entidades governamentais que participam no ecossistema de 5G são a Ofcom, a agência reguladora dos serviços e redes de telecomunicações responsável pela liberação das frequências e organização dos leilões, e a NCSC (*National Cyber Security Centre*), um órgão do governo do Reino Unido que dá conselhos e apoio para o setor público e privado sobre como evitar ameaças à segurança digital.

Cenário de *Software*

O mercado de *software* no Reino Unido era estimado em 23,6 bilhões de dólares em 2020. Com esse número, o país tem o segundo maior valor de mercado dentro da Europa, com 16,3%, e representa 4,1% do mercado mundial. Apesar de uma queda no mercado durante a pandemia (-3,8% em relação ao ano de 2019), a CAGR entre 2016 e 2020 foi de 1,2% e a expectativa é de que esse crescimento seja de 5,4% de 2020 a 2025[77], atingindo 30,7 bilhões de dólares ao fim desse período.

A Figura 10 apresenta a composição do consumo de *softwares* no país em 2020, com uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI que, juntos, representam 63,8% dos *softwares* adquiridos no país.

Figura 10: Segmentos do mercado de *software* no Reino Unido (2020)[78]

[77] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado "*United Kingdom – Software, February 2021*", MarketLine

[78] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento, aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.

Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 27,3 bilhões de dólares em exportação, o equivalente a 7% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) representaram 4% de todos os serviços exportados, com valor total de 14,8 bilhões de dólares.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 14,1 bilhões de dólares, 5% do total. Já os serviços computacionais (relacionados a *software*s ou não) foram responsáveis por 6,4 bilhões de dólares, 2% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra um balanço comercial positivo para o Reino Unido, com exportações maiores que importações, indicando algum nível de autonomia em relação ao fornecimento externo de serviços computacionais, incluindo *software*, e caracterizando o país como importante exportador desse tipo de serviço.

Reflexo disso é que, além do mercado interno forte do Reino Unido, que cria demanda por soluções de *software* por empresas do país, essas mesmas empresas desfrutam de uma vantagem significativa em termos de acesso ao enorme mercado norte-americano, dado laços econômicos e culturais historicamente próximos, bem como o papel do inglês como idioma importante no setor de tecnologia e *software*.

Em 2019, o Reino Unido foi responsável por 14% de todas as importações de *software* dos EUA, totalizando 1,6 bilhão de dólares. Esse valor coloca o Reino Unido como o segundo principal país vendedor de *software*s para os EUA, atrás apenas da Índia, responsável por 2,7 bilhões de dólares, 23% do total de *software*s importados pelos norte-americanos.

O mercado interno de *software* do Reino Unido é dominado por empresas multinacionais americanas como Microsoft e Oracle, a alemã SAP, e pela empresa inglesa Sage. Apesar dessas grandes empresas, o mercado é fragmentado, com muitas empresas menores de *software* também presentes, como é característica do mercado de *softwares* em geral. Entre as principais empresas britânicas de desenvolvimento de *software* estão:

- Sage, que oferece soluções de *software* de serviços e gestão de negócios para pequenas e médias empresas, como soluções para contabilidade, folha de pagamentos, gestão de relacionamento com clientes, planejamento de recursos corporativos e pagamentos;
- Micro Focus, criadora de diversos *softwares* com foco empresarial como análise de dados, segurança, automatização de processos e *software* de gestão, além de oferecer serviços de consultoria;
- Codemasters, que produz e distribui jogos de videogame e, atualmente, faz parte da Entertainment Arts (EA), grande produtora americana de jogos de videogames.

A indústria de desenvolvimento de *software* do Reino Unido conta com cerca de 215 mil profissionais e mais de 37 mil empresas, sendo sua grande maioria pequenas e médias empresas[79]. De modo similar ao que acontece na Alemanha, existe uma preocupação com a quantidade de mão de obra altamente qualificada no Reino Unido. O envelhecimento da população, diminuição da representatividade de pessoas jovens e baixa natalidade do país criam uma tendência de falta de profissionais. Esse cenário também é agravado pela perspectiva de alta demanda que o

---

Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.

Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT*.

Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.

Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.

[79] Números do setor de *software* do Reino Unido: https://www.ibisworld.com/united-kingdom/market-research-reports/software-development-industry/

setor de desenvolvimento de *software* deve ter nos próximos anos, com o avanço da digitalização no país. Atualmente, 10% de todas as ofertas de emprego são relacionadas ao setor de tecnologia[80]. Isso faz com que profissionais e desenvolvedores de *software* estrangeiros sejam requisitados. No entanto, por conta do Brexit, podem existir mais dificuldades em contratar profissionais europeus, aumentando a necessidade de utilizar a mão de obra nacional.

Ciente da demanda pelo aumento da qualidade da mão de obra e pela aceleração da retomada econômica pós-pandemia de Covid-19, o governo do Reino Unido lançou, no início de 2021, um programa de formação de aprendizes. Não é uma iniciativa específica para a indústria de *software*, mas gera oportunidades na busca e na formação de profissionais por empresas do setor, especialmente pequenas e médias empresas. Nesse programa, o poder público dá uma bonificação financeira para as empresas que contratarem aprendizes. O orçamento total prevê 100 mil bonificações, que podem variar de 3 a 4 mil libras. O ministro da Fazenda britânico, Rishi Sunak, acredita na força do programa de aprendizagem, já que, segundo ele, 90% dos aprendizes são efetivados ou continuam a aprofundar a formação e aprendizado.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

A estratégia do governo do Reino Unido é transformar o país em um “líder mundial” no 5G. No documento lançado pelo governo sobre sua estratégia para o 5G destaca-se que ter uma infraestrutura digital de qualidade é a pedra fundamental para uma economia industrial moderna, criar oportunidades para crescimento através de novos modelos de negócios, novas oportunidades de inovação e incentivar a produtividade na economia. Assim, existe uma prioridade por parte do governo de desenvolver as redes de fibra óptica que permitirão o avanço da infraestrutura de 5G.

O poder público do Reino Unido considera que a indústria é o ator melhor posicionado para responder à demanda do mercado e determinar o escopo do 5G, mas acredita que o governo tem um papel importante a desempenhar ao criar uma estrutura robusta que ajuda a sustentar e acelerar o investimento e desenvolvimento da tecnologia no país, tanto em infraestrutura quando em aplicações comerciais. Por isso, o governo do Reino Unido é ativo em dar as condições e bases para que esse desenvolvimento ocorra.

Políticas públicas adotadas

Além de ter papel de facilitador do ambiente e do ecossistema de desenvolvimento, o governo do Reino Unido tem disponibilizado recursos financeiros através de fundos específicos para 5G.

Em 2016, quando o governo anunciou seu Fundo Nacional de Investimento em Produtividade (NPIF) no total de 23 bilhões de libras (31,3 bilhões de dólares), 740 milhões de libras (1 bilhão de dólares) foram destinadas exclusivamente a testes 5G e implementação completa de fibras em toda região até 2020-2021.

O DCMS desenvolveu o programa 5GTT (5G Testbed and Trials Programme*)* com fundo total para investimento estimado em 200 milhões de libras (272 milhões de dólares). Esta iniciativa busca incentivar o desenvolvimento do 5G em áreas que o Reino Unido tem uma vantagem competitiva como pesquisa científica,

[80] Demanda por profissionais no setor de tecnologia: https://technation.io/news/2020-uk-tech-sector-data/

talento de engenharia e sua rica variedade de negócios de tecnologia. O Programa 5G explora os benefícios e desafios da implementação de tecnologias, de acordo com alguns objetivos principais:

1. Acelerar a implementação de redes 5G e garantir que o Reino Unido consiga aproveitar rapidamente as vantagens das aplicações que essas redes podem oferecer;
2. Maximizar os benefícios de produtividade e eficiência para o Reino Unido a com a ajuda do 5G;
3. Criar oportunidades para empresas britânicas no país e no exterior e incentivar o investimento privado interno.

Como exemplo de iniciativas promovidas pelo 5GTT Programme há os seis *testbeds* apresentados na seção de ecossistema, com investimento total de 25 milhões de libras (34 milhões de dólares). Outro exemplo é o anúncio de algumas medidas do DCMS, em fevereiro de 2020, totalizando 65 milhões de libras (88,4 milhões de dólares)[81]:

- A competição Rural Connected Communities (RCC) concedeu 30 milhões de libras (40,8 milhões de dólares) para sete projetos de pesquisa e desenvolvimento 5G em todo o Reino Unido. São cinco projetos na Inglaterra, um no País de Gales e um na Escócia com planos de expandir para a Irlanda do Norte.
- Mais de 5 milhões de libras de financiamento foram concedidos a dois projetos industriais, liderados pela Ford Motor Company e Zeetta Networks para testar os benefícios do uso do 5G para aumentar a produtividade de fábricas.
- Lançamento de uma competição aberta de 30 milhões de libras (40,8 milhões de dólares), chamada 5G Create, com o objetivo de atrair projetos de uma variedade de indústrias em que o Reino Unido tem uma vantagem competitiva, incentivando modelos de negócios dinâmicos. A competição parece ter foco na indústria criativa como cinema, TV e videogames, mas também inclui diversos setores como Energia, Água, Saúde, Assistência Social e Logística.
    - Ao fim de 2020, 15 projetos foram escolhidos para um total de 28 milhões de libras (38,8 milhões de dólares), dos quais 54% vieram do DCMS e o restante de outros parceiros dos projetos[82].

Segundo um especialista do mercado de telecomunicações do Reino Unido[83], o governo tem também uma prioridade geográfica, com incentivos maiores no norte da região, considerada menos avançada em termos de conectividade em geral.

Além disso, o governo do Reino Unido está em negociações com a União Europeia para que as atividades e investimentos conjuntos de pesquisa e desenvolvimento sejam mantidos após o *Brexit*. Dessa forma, caso o acordo avance, empresas britânicas poderão continuar a ter acesso aos financiamentos de iniciativas já existentes em nível europeu, mas sem foco exclusivo em 5G. Mais informações e detalhes sobres essas iniciativas podem ser vistas no apêndice desse material.

Por fim, um foco importante do governo é a segurança cibernética da tecnologia 5G. Nesse cenário, o governo tem focado na diversificação[84] do fornecimento de equipamentos de infraestrutura, tomando as seguintes atitudes, segundo seu plano:

---

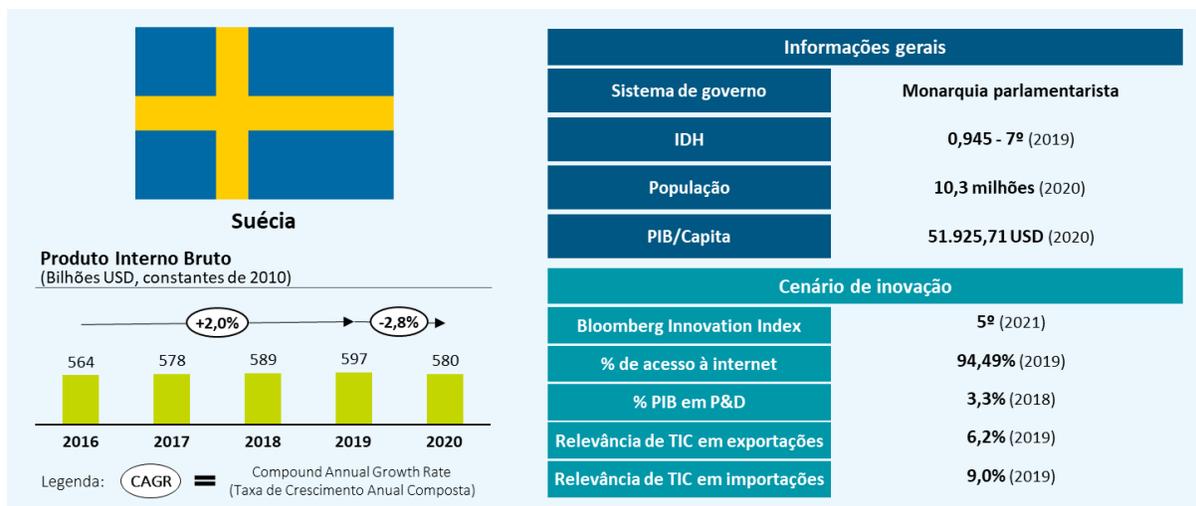
[81] Pacote de 65 milhões de libras no Reino Unido para 5G: https://uk5g.org/5g-updates/read-articles/new-65-million-package-5g-trials/
[82] Competição 5G Create no Reino Unido: https://www.gov.uk/government/news/28-million-to-trial-innovative-new-uses-of-5g-to-improve-peoples-lives
[83] Especialista de mercado entrevistado pelo time da Deloitte
[84] Estratégia de diversificação do 5G no Reino Unido: https://www.gov.uk/government/publications/5g-supply-chain-diversification-strategy/5g-supply-chain-diversification-strategy

- Oferecer suporte a fornecedores já existentes e contratados (Nokia e Ericsson):
  a) Suporte em P&D;
  b) Alinhamento de planejamento tecnológico com a estratégia do governo;
  c) Apoio para identificar formas de diversificar a cadeia de fornecimento de componentes necessários para os equipamentos.

- Atrair novos fornecedores para o mercado britânico:
  a) Incentivo financeiro para operadores incluírem novos fornecedores nas suas infraestruturas;
  b) Ajustes regulatórios que incentivem operadores a integrar novos fornecedores;
  c) Trabalhar com a Ofcom para otimizar o uso do espectro de forma a ser benéfico para a diversificação;
  d) Planejamento de longo prazo sobre o uso de gerações anteriores (2G, 3G e 4G) considerando como se dará o encerramento ou simplificação dessas redes.

- Acelerar soluções de interface aberta:
  a) Implementação de ecossistema de P&D para interoperabilidade de redes (incluindo *Open RAN*);
  b) Implementação do *UK National Telecoms Labs* para que fornecedores e operadores padronizem suas especificações;
  c) Aumento da presença e influência do Reino Unido junto às entidades responsáveis pela determinação dos padrões das especificações;
  d) Avaliação de como os requisitos regulatórios poderiam ser implementados para fornecer resultados eficazes de diversificação.

Suécia

Informações Gerais

Resumo Executivo

A Suécia ocupa o 5º lugar no ranking de inovação da Bloomberg e é reconhecida por estar entre os 10 países com maior IDH no mundo, e em tecnologia não é diferente. O leilão do 5G ocorreu em outubro de 2020 e as licenças de espectro alocadas terão duração de 25 anos às empresas adquirentes, como é o caso de Telia, Teracom Group, Hi3G e Net4Mobility.

O uso do 5G no país está focado na aplicação das indústrias, portanto os testes pilotos estão destinados ao *IOT*, Indústria 4.0 e outros temas definidos pelos atores. Assim como em alguns países deste estudo, o governo da Suécia disponibilizou a gratuidade da concessão de uso das frequências, sendo que a maioria dos testes é realizada pelo setor privado, especialmente a Telia e a Ericsson.

A Ericsson é a maior fabricante de equipamentos da Suécia. Da mesma forma que em outros territórios, a Huawei e a ZTE foram barradas[85] de participar da construção de infraestrutura do país, sob a justificativa de o governo aumentar a segurança digital das tecnologias do 5G. Outras empresas como a Nokia e a Cisco estão atuando no mercado sueco, mas com participação menor que a Ericsson.

O ecossistema do país é formado pelas companhias de tecnologia e fornecedoras de equipamentos, pelos órgãos reguladores e pelas universidades. Assim como na Inglaterra, o papel das universidades é extremamente relevante, principalmente entre a parceria pública e privada do país.

Mesmo com o avanço do 5G, o país ainda enfrenta alguns desafios, por exemplo, a questão do 4G ser muito presente e o mercado ter o receio de que, com o lançamento do 5G, possa ocorrer a canibalização dos produtos. Além disso, a disponibilidade dos recursos financeiros públicos é considerada limitada em algumas vertentes do desenvolvimento.

[85] Huawei e ZTE foram barradas na Suécia: https://www.foxbusiness.com/lifestyle/sweden-bans-huawei-zte-from-5g-calls-china-biggest-threat

Como maneira de fomentar o ecossistema, o governo conta com uma das principais agências públicas de inovação, a Vinnova, para acompanhar e desenvolver parte dos estudos do 5G. Esse ecossistema de inovação é composto por *startups* e fundos de capital de risco, que também contam com o *5G Innovation Hub North*, local que as empresas podem utilizar como laboratório de criação.

Em suma, o ponto forte do país são os institutos de pesquisa, atrelados ao alto desenvolvimento social, pois isso permite que o governo e o mercado se dedique às vertentes de desenvolvimento do 5G. Em relação aos próximos passos para 2022, o governo sueco está preparando o país para o leilão da banda de 27 GHz, sem uma data oficial específica para ocorrer até a finalização deste relatório. O país está desenvolvendo a tecnologia e os produtos, entretanto uma preocupação é a possível canibalização do que já foi feito com o 4G. Portanto, o governo e o mercado têm se desdobrado sobre esses pontos para discussão e idealização da solução e próximos passos.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O leilão do 5G ocorreu na Suécia em outubro de 2020, totalizando uma arrecadação de 270 milhões de dólares no licenciamento do espectro por 25 anos para as principais operadoras do país, a Teracom Group, Hi3G, Telia e Net4Mobility[86]. A Tabela 9 resume o estado das frequências leiloadas a cada operadora, bem como algumas faixas do espectro que ainda serão leiloadas no futuro.

Tabela 9: Resumo do leilão de frequências 5G na Suécia

Banda	Frequência	*Status* do leilão	Ganhador
n40	2.300 – 2.380 MHz	Leiloada	Teracom Group
n78	3.400 – 3.500 MHz	Leiloada	Hi3G
n78	3.500 – 3.620 MHz	Leiloada	Telia
n78	3.620 – 3.720 MHz	Leiloada	Net4Mobility
n258	24,25 – 25,1 GHz	A ser leiloada	-
n258	25,1 – 27,5 GHz	A ser leiloada	-
n257	27,5 – 29,5 GHz	A ser leiloada	-

A operadora Telia adquiriu 120 MHz, a maior faixa dentre todas as empresas do país, o que faz parte do seu posicionamento de liderar o mercado da tecnologia 5G no país. A empresa lançou seu serviço de 5G em 25 de maio de 2020 e atualmente está presente em 20 cidades da Suécia.

Em relação aos fornecedores de tecnologia, as fabricantes chinesas de equipamentos de 5G Huawei e ZTE foram barradas da participação de leilões por conta da preocupação com a segurança digital do serviço, frente às alegações sobre uma possível vulnerabilidade de seus sistemas. Por informações públicas, sabe-se que a Net4Mobility decidiu pela Ericsson e Nokia como fornecedores para o lançamento da sua rede 5G em todo o país.

[86] Status dos leilões de 5G na Suécia: https://www.rcrwireless.com/20210120/5g/sweden-completes-5g-spectrum-auction-day-one#:~:text=The%20Swedish%20Post%20and%20Telecom,31%20billion%20(%24270%20million)

Casos de uso da tecnologia 5G

Ainda não há uma grande disseminação de uso de rede 5G para comunicação de consumidores finais na Suécia, sendo o foco atual em aplicações para empresas, em particular aplicações para manufatura, dentro do contexto da criação da Indústria 4.0.

Há uma grande quantidade de pilotos de uso do 5G acontecendo na Suécia, estimulados pela gratuidade da concessão de uso das frequências pelo governo para esse fim e pelo alto grau de maturidade da tecnologia de informação e de telecomunicações no país. A maioria dos testes é da iniciativa privada (geralmente envolvendo a Ericsson e a Telia), mas há casos de testes pelo poder público também. Pilotos públicos estão sendo conduzidos em cidades como Umeå, Luleå e Kista e em algumas universidades, como a KTH (Estocolmo) e a Mid-Sweden University (Sundsvall).

Enquanto isso, redes privadas foram estabelecidas por diferentes empresas, incluindo Volvo CE, SKF, a mina Kankberg, ABB e Scania:

- Em março de 2018, Telia, Ericsson e Intel fizeram demonstrações de um caso de uso de realidade aumentada com uma rede 5G durante um evento da Telia, apresentando aprimoramentos que altas taxas de dados e baixa latência trazem para viabilizar novos aplicativos e serviços em tempo real[87].
- Em outubro de 2018, a Qualcomm e a Ericsson fizeram uma telechamada via uma rede 5G com um smartphone desenvolvido pela fabricante de aparelhos de telecomunicações, usando chips da produtora americana[88].
- Em maio de 2019, a Telia construiu uma rede 5G na Mid Sweden University para permitir experimentos com aplicações de *IoT* industrial, inteligência artificial e tecnologia para veículos autônomos. O projeto envolve parcerias com outras empresas como Ericsson, Volvo, Einride, Tieto e Mid Sweden. A operadora tem projetos similares com o Royal Institute of Technology, a iniciativa Umeå 5G, a Luleå University of Technology e a Swedish Olympic Academy[89].
- Em setembro de 2020, Telia e Ericsson estabeleceram uma rede 5G utilizada para operar um micro-ônibus autônomo que percorre uma pequena rota na ilha de Djurgården por aproximadamente duas semanas. O teste visava validar que o veículo poderia receber comandos da torre de controle de forma confiável[90].

Desafios para a implementação do 5G

Os principais desafios para a expansão do 5G na Suécia podem ser resumidos em 3 aspectos: a disponibilidade limitada de financiamento público, o descolamento das universidades e outras instituições de produção de conhecimento das empresas e uma ainda baixa demanda por serviços.

Até então, o setor privado tem liderado o desenvolvimento da tecnologia no país, tanto na criação de sua infraestrutura quanto no desenvolvimento das aplicações através dos seus próprios recursos. No entanto, como é

---

[87] Piloto Telia, Ericsson e Intel na Suécia: https://www.ericsson.com/en/news/2018/3/5g-augmented-reality
[88] Piloto Qualcomm e Ericsson na Suécia: https://www.qualcomm.com/news/releases/2018/10/22/qualcomm-and-ericsson-successfully-make-first-3gpp-compliant-5g-nr-sub-6
[89] Pilotos da Telia em universidades na Suécia: https://www.teliacompany.com/en/news/news-articles/2019/telia-and-mid-sweden-university-switch-on-first-5g-network-in-norrland/
[90] Piloto da Telia e Ericcson na Suécia: https://www.rcrwireless.com/20200924/carriers/ericsson-telia-test-5g-enabled-autonomous-minibus-in-stockholm?utm_campaign=20200924%20RCRenewsThurs&utm_medium=email&utm_source=Eloqua

esperado para infraestrutura de cobertura ampla e em pesquisa e desenvolvimento, os volumes de investimentos necessários são altos e sua rentabilização se dá a longo prazo. Sem o estímulo de incentivos fiscais ou disponibilidade de crédito a taxas menores, ações possíveis somente através do poder público, o desenvolvimento do 5G pelas empresas será menos atrativo, tornando o processo mais lento.

Outro desafio é a não integração entre as universidades com as empresas. Enquanto de um lado tem-se as entidades responsáveis pela maior parte da criação de conhecimento teórico, do outro tem-se aquelas responsáveis pela criação de conhecimento prático que idealmente se alimentariam para estimular o progresso da tecnologia. No entanto, na prática essa integração não ocorre, aspecto ligado ao desestímulo das empresas em dividir seus resultados por conta da dinâmica competitiva.

Por fim, um fator determinante que impede a aceleração do desenvolvimento da tecnologia 5G é a falta de interesse por parte dos possíveis clientes. Até então, os resultados dos pilotos não têm mostrado ganhos tão grandes em relação ao uso da tecnologia da geração anterior, uma vez que o 5G ainda não atingiu seu potencial, o que leva aos clientes não sentirem apelo pelo investimento na nova geração da tecnologia.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

O desenvolvimento[91] do 5G na Suécia é dominado pela Ericsson, uma das maiores empresas do país em termos de exportações, valor agregado e número de funcionários. A Ericsson e o desenvolvimento do 5G fazem parte do *cluster* de empresas e pesquisas dentro das TICs, localizadas em Kista e na região de Estocolmo. Como parte da inovação, o cenário de *startups* suecas tem atraído muita atenção internacional, devido aos fatores que impulsionam o crescimento e a perspectiva global da Suécia: (i) a exportação, visto que o mercado interno é relativamente pequeno; (ii) a estabilidade social; (iii) o acesso ao apoio governamental, bem como um alto grau de igualdade.

Como destaque na Suécia, as universidades e agências de pesquisas ocupam uma função crucial no desenvolvimento do 5G. Além disso, o país possui laboratórios de desenvolvimento e aplicação da tecnologia. A agência governamental Vinnova promove e financia projetos de pesquisa em vários campos de aplicação, desde saúde e transporte até material industrial e cidades inteligentes.

Para fortalecer a competitividade no país, a Fundação do Conhecimento (KK-stiftelsen) financia o desenvolvimento de pesquisa e competência nas faculdades universitárias da Suécia e em novas universidades. A Agência Sueca de Crescimento Econômico e Regional (Tillväxtverket) também fortalece a competitividade e facilita o empreendedorismo no país.

O ecossistema sueco é formado, substancialmente, por operadores de telecomunicações, provedores de *softwares* e *hardwares* e órgãos reguladores, sendo principais no mercado:

(i) Operadoras de telecomunicações:
- Telenor: empresa de telecomunicações que oferece ampla distribuição em banda larga e TV.

[91] Inovação na Suécia: https://sweden.se/work-business/business-in-sweden/a-country-of-innovation

- Telia: o grupo sueco Tele2 é uma empresa multinacional sueca de telecomunicações fundada em 1993 por Jan Stenbeck, e opera na maior parte do território europeu. A Tele2 oferece serviços de telefonia fixa e móvel, rede de dados e internet, televisão a cabo e serviços de conteúdo.
- Net4Mobility: é uma *joint venture* entre a Telenor Sweden e a Tele2 Sweden. O principal objetivo da empresa é construir, ter e operar uma rede GSM, LTE e 5G NR e uma rede de transmissão na Suécia.
- Teracom: o Teracom Group AB é uma empresa estatal sueca que fornece serviços de informação e comunicação, direcionados aos operadores de funções essenciais dentro dos sistemas civis e militares suecos.

(ii) Provedores de tecnologia: as principais empresas de tecnologia do país são Cisco, Nokia, Ericsson e Intel. Entretanto, a Ericsson é o ator mais relevante para o 5G por concentrar o desenvolvimento desta tecnologia.

(iii) Universidades: a academia sueca ocupa um papel muito importante no desenvolvimento, pois atende à demanda de pesquisas do país e aos projetos que as empresas privadas querem desenvolver. Costumam receber grandes volumes de investimento público para P&D.

(iv) Órgãos reguladores: PTS é o regulador e responsável pela alocação de espectro e pela competição do mercado na Suécia. Já o *Broadband Forum* visa garantir a cooperação dos atores, enquanto a Swedish Space Corporation regula as interferências de rede e acompanha o funcionamento delas.

Startups

A capital da Suécia, Estocolmo, tem o maior número de unicórnios (sete) per capita de qualquer cidade fora do Vale do Silício. Em 2018, o ecossistema de *startups* de Estocolmo viu duas grandes saídas da Europa, com o IPO do Spotify e a aquisição da iZettle pela PayPal[92].

Algo que ocorre na Suécia atualmente é o surgimento generalizado de *startups* de tecnologia de impacto que, em diversos campos, estão desenvolvendo produtos e serviços. Um movimento que acompanha esse surgimento é o número de fundos de capital de risco suecos que desejam investir nessas empresas. As saídas recentes de algumas *startups* levaram a um grande fluxo de capital, com reinvestimento no ecossistema de *startups*.

Para que o país se torne globalmente competitivo como um ecossistema de *startups,* precisará superar o desafio de atrair e reter pessoas para trabalhar. Portanto, um dos focos será a atração de talentos internacionais para compor o mercado.

Principais Hubs de inovação

- Epicenter (Estocolmo)**:** é a primeira Casa de Inovação digital de Estocolmo e executa laboratórios de inovação, *hackathons*, *ideathons* etc. É conhecido por seus implantes *RFID* voluntários com os quais os membros podem destrancar portas, acessar impressoras e pagar por aproximação em máquinas de venda automática.

[92] *Startups* na Suécia: https://startupuniversal.com/country/sweden/#talent

- Norrsken House (Estocolmo): é o maior centro tecnológico da Europa dedicado ao impacto social, a loja de inovação social oferece infraestrutura de primeira linha, como espaço de *coworking*, salas de reunião, cabines via Skype etc.
- H2 Health Hub (Estocolmo): Um *hub* de inovação e ponto de encontro para a comunidade *healthtech*, onde as *startups* se conectam, colaboram e compartilham ideias para moldar o futuro da saúde.

Principais aceleradoras do país

- Sting – Estocolmo Inovação & Crescimento (Estocolmo): fundada em 2002, a Sting apoia *startups* em cinco áreas-chave de crescimento de seus negócios e fornece apoio financeiro, *coaching*, assistência de recrutamento, oportunidades de *networking*, espaços de *coworking* e consultoria de marketing. Apenas 25 empresas são aceitas por ano em um processo seletivo muito rigoroso.
- Projeto Springfield (Estocolmo): aceleradora com sede em Estocolmo com um fundo de SEK 100 milhões que investe duas vezes por ano em até 10 *startups* por rodada. O fundo investe em duas etapas: primeiro, todas as empresas terão uma rodada de sementes até SEK 500.000 em uma avaliação de até SEK 10 milhões e, após participar do programa acelerador, há a opção de seguir o investimento de mais SEK 2-10 milhões em uma nova rodada.

Ericsson

Na Suécia, a Ericsson[93] emprega mais de 13.000 pessoas de mais de 100 nacionalidades que atuam em todas as áreas da empresa – pesquisa, desenvolvimento, vendas, produção e administração. Globalmente, a Ericsson tem 57.000 patentes, clientes em 180 países, 100.000 funcionários, SEK 232 bilhões em vendas líquidas (número registrado em 2020).

A companhia é a líder no país para o desenvolvimento do 5G, criando projetos em diversas vertentes de inovação como *IoT*, *Edge Computing* e infraestrutura de rede em nuvem – sendo a primeira empresa a levar o 5G para quatro continentes.

Os principais destaques da companhia são a *Ericsson Radio System*, que permite que as operadoras lancem a nova tecnologia e cresçam rapidamente a cobertura 5G, além do o *Ericsson Spectrum Sharing*, que permite o lançamento acelerado de 5G usando *hardware* existente.

Atualmente, a companhia lançou uma iniciativa global para capturar o potencial de consumo do 5G através de seu programa *Startup*. O programa tem como objetivo conectar provedores de serviços com parceiros e apoiar estratégias de mercado que os ajudem a ter sucesso no 5G, o que representa uma oportunidade de negócios global de 3,7 trilhões de dólares até 2030, de acordo com um relatório conjunto da Ericsson *ConsumerLab* e da *Omdia*.

Programas estratégicos de inovação

Para fomentar o ecossistema com iniciativas que estejam alinhadas com o país, a Suécia desenvolveu uma série de programas estratégicos de inovação avaliados em dois ciclos, visando compreender os resultados obtidos. O primeiro ciclo de avaliação tem como objetivo mapear os pontos fortes e potenciais melhorias na aplicação. Já o segundo ciclo, após seis anos, visa mostrar os resultados e efeitos iniciais do programa para fins de tomada de decisão sobre possíveis financiamentos e de próximos passos.

[93] Ericsson: https://www.ericsson.com/en/about-us/company-facts/ericsson-worldwide/sweden

Esta iniciativa é liderada pela Vinnova, a Agência Sueca de Energia (Energimyndigheten) e o Conselho Sueco de Pesquisa para o Desenvolvimento Sustentável (Formas), que financiam conjuntamente o trabalho colaborativo entre diferentes partes interessadas para fortalecer áreas selecionadas e encontrar soluções sustentáveis para desafios sociais globais, levando ao aumento da competitividade da Suécia no âmbito internacional. Juntos, os stakeholders são responsáveis pela formulação de desafios, pela definição de objetivos de longo prazo e pela priorização de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

5G Innovation Hub North

Em conjunto com a Ericsson, a Telia, a Tieto e a Universidade de Tecnologia de Luleå fundaram o centro de testes do 5G, chamado *5G Innovation Hub North*. Este centro é aberto a todos os atores do setor, tanto grandes quanto pequenos, bem como a todos os operadores, prestadores de serviços, fornecedores de tecnologia e produtos, universidades, institutos de pesquisa e autoridades públicas.

Esses testes de 5G atualmente operam a 3,5 GHz e cobrem a área universitária de Luleå e um *edge*, com conexão com um *data center* local e um sistema interno do 5G (pontos de rádio Ericsson 5G) nas instalações da universidade de Luleå. O sistema é atualizado com novas versões de *software* em um cronograma de três a quatro meses.

Cenário de *software*

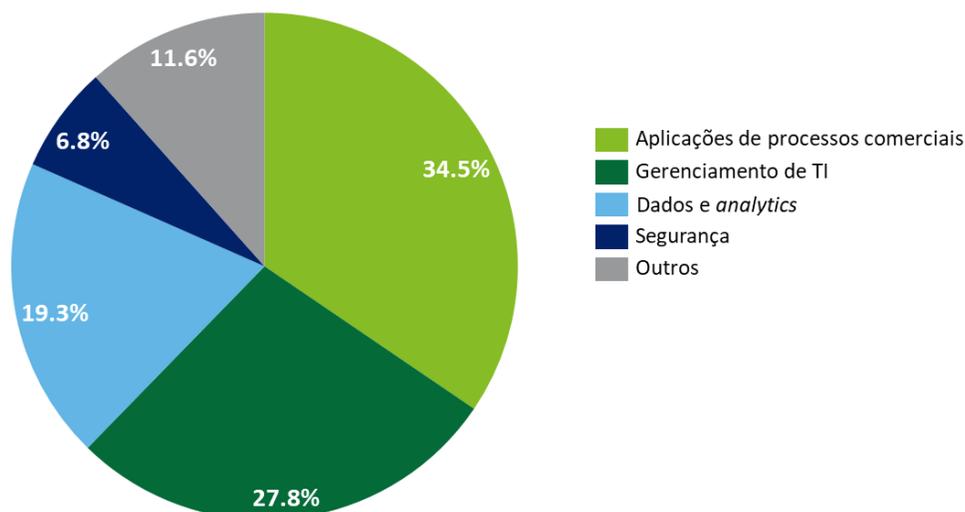
O mercado de *software* na Suécia representa 5,2% do mercado europeu. Com um valor anual estimado em 2020 de 3,8 bilhões de dólares, deve crescer a uma CAGR de 10,6%, atingindo 5,8 bilhões em 2024. A pandemia causou um impacto negativo. Em comparação com 2019, o mercado de *software* da Suécia diminuiu 2,8% em 2020[94].

A Suécia é considerada um player relevante no mercado de *software* mundial por seu desenvolvimento. Entretanto, o país recebeu esse destaque após 1990, momento em que programas educacionais foram criados com foco no desenvolvimento das pessoas para TI. Os altos níveis de escolaridade proporcionados aos alunos levaram a uma maior taxa de aceitação e conversão de tecnologia. Outro aspecto foi a valorização nacional dos profissionais que escolhem essa área, um dos drivers para que as pessoas se especializassem na área. Para tanto, o governo criou programas como o *Sweden Information Technology*, visando oferecer conhecimento para que as pessoas saiam empregadas, com foco nas cidades de Malmo, Gotemburgo e Estocolmo.

Nos últimos anos, um aspecto que afetou positivamente o ecossistema de produção de *software* foi a introdução do Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) em toda a União Europeia em 25 de maio de 2018. A regulamentação criou demanda por parte do mercado à adesão de *software*s de gerenciamento GDPR, à medida em que se esforçavam para permanecer em conformidade com a lei. De acordo com uma pesquisa realizada pela FICO com os executivos de segurança das empresas suecas, 52% afirmaram que planejavam aumentar o investimento em segurança cibernética para corresponder a um aumento esperado nas violações de dados[95].

A Figura 11 apresenta a composição do consumo de *softwares* em 2020 na Escandinávia (formada pela Suécia, Finlândia, Dinamarca e Noruega), onde existe uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI, que juntos representam 62,3% dos *softwares* adquiridos no país.

[94] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado "Scandinavia – *Software, February 2021*", MarketLine
[95] Demanda por software de cibersegurança na Suécia: https://www.trade.gov/market-intelligence/sweden-cyber-security-opportunities

Figura 11: Segmentos do mercado de *software* na Escandinávia (2020)[96]

Dentro do ecossistema, vale destacar as seguintes empresas que desenvolvem *software*[97]:

- MentorMate, companhia que atua no desenvolvimento de *software* personalizado e com experiência em consultoria estratégica, serviços em nuvem e *IoT*.
- Beetroot AB, empresa que oferece serviços de TI, se concentrando no aumento da equipe de TI, desenvolvimento de *software* personalizado e desenvolvimento web. Com sede em Estocolmo e com um escritório na Ucrânia, a equipe de 240 profissionais trabalha principalmente com pequenas e médias empresas nos setores de tecnologia da informação, publicidade, marketing e serviços de negócios.
- Ericsson, que vende infraestrutura, *software* e serviços em tecnologia de informação e comunicação para provedores de serviços de telecomunicações e empresas, incluindo equipamentos 3G, 4G, 5G e sistemas de transporte óptico.

Sob a ótica macro, em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 14,6 bilhões de dólares em exportação, o equivalente a 9% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) representaram 8% de todos os serviços exportados, com valor total de 12,5 bilhões de dólares.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 9,5 bilhões de dólares, 6% do total. Já os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) foram responsáveis por 7,2 bilhões de dólares, 4,5% do valor total

[96] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento, aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.
Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.
Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT.*
Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.
Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.
[97] Companhias de software na Suécia: https://themanifest.com/se/software-development/companies

de serviços importados. Esse panorama mostra um balanço comercial positivo para a Suécia, com exportações maiores que importações. Os valores de exportação colocam a Suécia como importante fornecedor de serviços computacionais, incluindo serviços de *software.*

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

A visão do governo da Suécia tem por objetivo o acesso a uma conexão de qualidade e universal. De acordo com o arquivo "*A Completely Connected Sweden by 2025 − a Broadband Strategy*" [98], no curto prazo as metas serão ampliadas para incluir acesso de banda larga para 95% de todas as famílias e empresas, com uma capacidade de, no mínimo, 100 Mbit/s. No longo prazo, o governo considera necessária a criação de metas em duas áreas específicas: (i) acesso à banda larga de alta velocidade em toda a Suécia; e (ii) acesso a serviços móveis confiáveis e de alta qualidade.

O objetivo dessas metas é que 98% da população deva ter acesso até 2025 a uma banda larga com capacidade mínima de 1 Gbit/s em casa, bem como no local de trabalho. Os 1,9% restantes estarão com uma capacidade mínima de 100mbit/s, e 0,1% utilizando uma capacidade mínima de 30 Mbit/s. As metas também incluem o acesso confiável dos dados para todas as pessoas, de forma com que usufruam de serviços móveis de alta qualidade até 2023.

O governo sueco ocupa um papel muito importante no ecossistema, pois ele gere e planeja toda a infraestrutura do 5G no país. Além disso, o governo também fomenta a pesquisa e as parcerias entre as universidades – estas que recebem um papel de destaque frente ao desenvolvimento do 5G.

Políticas públicas adotadas

Como parte da UE, existem diversas iniciativas e programas que abrangem todos os países membros. Portanto, deve-se considerar também a seção ao fim deste relatório, que explica cada uma delas.

National Cybersecurity Center

A fim de manter a segurança dos dados, o governo criou o *National Cybersecurity Center* (NCSC) que fortalecerá a capacidade da Suécia de fornecer uma nova camada de segurança para proteger o país de possíveis problemas em relação às outras nações na medida que avança na era digital.

No centro do trabalho do NCSC estará a coordenação com os atores públicos e privados para prevenir, detectar e gerenciar ataques cibernéticos e outros incidentes de TI. O NCSC também funcionará como um recurso especializado de defesa cibernética para organizações públicas e privadas, ajudando-as a enfrentar uma gama ampliada de ameaças.

Programas de fomento à inovação

Como forma de incentivo à tecnologia e inovação, o governo da Suécia promove os seguintes programas:

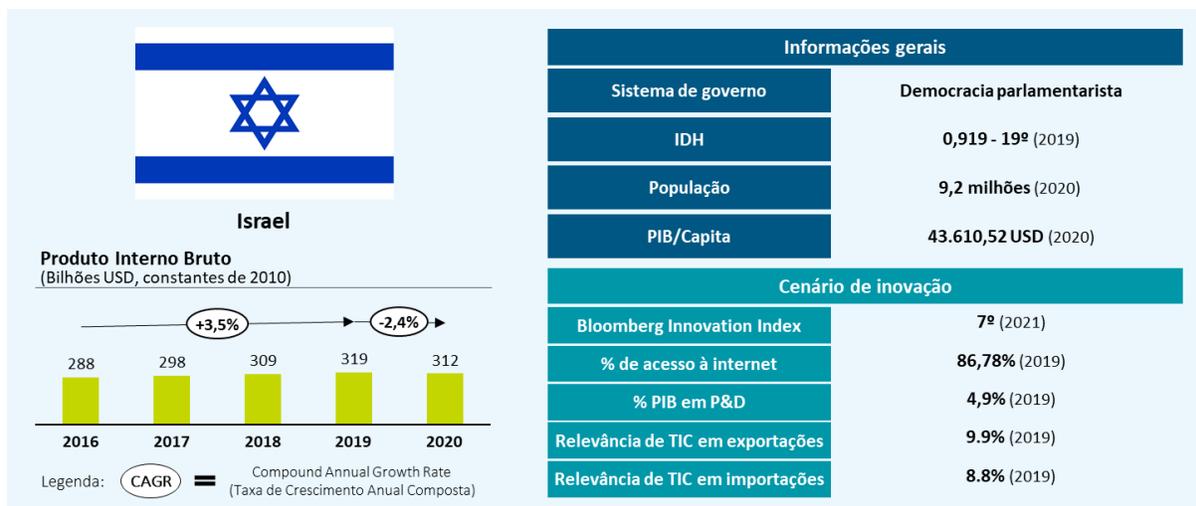
- Almi: Almi Företagspartner AB é propriedade do Estado e é a controladora de um grupo de 16 subsidiárias regionais e do subgrupo Almi Invest. As subsidiárias regionais são 51% de propriedade da controladora e

[98] Uma Suécia completamente conectada até 2025: https://www.government.se/496173/contentassets/afe9f1cfeaac4e39abcdd3b82d9bee5d/sweden-completely-connected-by-2025-eng.pdf

49% dos proprietários regionais e oferecem empréstimos e desenvolvimento de negócios. A Almi Invest AB é totalmente de propriedade da empresa-mãe e realiza operações de capital de risco.

- Invest Estocolmo: agência oficial de promoção de investimentos de Estocolmo.
- RISE: a missão da RISE é promover o crescimento sustentável na Suécia, fortalecendo a competitividade e a renovação da comunidade empresarial, contribuindo para um desenvolvimento inovador da sociedade.
- Tillväxtverket (Agência de Crescimento): a Agência de Crescimento é um orgão governamental do Ministério do Comércio e Indústria. Tem a missão de promover o desenvolvimento sustentável dos negócios e o crescimento regional, além de implementar programas de fundos estruturais.

Israel

Informações Gerais

Resumo Executivo

Israel realizou seu leilão de frequências para o 5G em 2019, no qual três empresas garantiram suas faixas no espectro: a Pelophone, consórcio composto por Cellcom, Gollan e Marathon, e o consórcio composto por Partner e Hot Mobile. Todas essas empresas são operadoras de telecomunicações locais de Israel.

Atualmente, após dois anos do leilão, o avanço da infraestrutura de 5G no país ainda é baixo, com apenas 900 antenas por todo o território, concentradas nas maiores cidades israelenses. A qualidade do serviço ainda não atingiu seu patamar ideal e é muito mais caro para os usuários finais que serviços de 4G, o que atrasa a transição para planos 5G. Outra barreira é a burocracia para liberação de licenças para instalação de novas antenas, feitas no nível das municipalidades do país.

O ecossistema 5G de Israel é composto principalmente por:

- Governo: atua como regulador e facilitador do ambiente de inovação. O Ministério de Comunicações (MOC) é o responsável pela liberação e leilão de espectro, enquanto a Autoridade de Inovação de Israel estimula o ecossistema e tem iniciativas focadas no desenvolvimento de aplicações 5G.
- *Startups*: Israel é conhecido como a nação das *startups*, com o país com o maior número de *startups* per capita do mundo, ficando atrás apenas do Vale do Silício em termos de inovação. Esse segmento de empresas é o motor principal da inovação israelense, sustentado por todo o ambiente de capital de risco que se desenvolveu nas últimas décadas no país.
- Universidades: as universidades têm papel importante no ecossistema de inovação, mas secundário em relação às *startups*. Elas promovem a pesquisa e desenvolvimento de base no país, transformando esse conhecimento em soluções práticas através de parcerias com o setor privado.
- Grandes empresas multinacionais: empresas globais têm instalado em Israel centros de pesquisa para aproveitar o talento humano que o país oferece.
- Operadoras de telecomunicações: focadas em construir a infraestrutura no país e oferecer os serviços de 5G, mas aparentemente sem participação importante no processo de inovação.

O governo de Israel tem tido um papel mais neutro, buscando fazer a interface entre os atores do ecossistema de inovação, para que isso crie um ambiente que se autodesenvolva. Poucas ações de incentivo financeiro direto ao 5G por parte do governo são observadas. No entanto, é importante notar a relevância do setor militar do país, tanto no desenvolvimento, quanto na demanda por inovações tecnológicas. Portanto, o governo exerce um papel indireto de investimento financeiro ao ecossistema de inovação, do qual poderá se beneficiar o 5G.

As iniciativas mais importantes tomadas pelo governo estão ligadas à redução de custos do espectro, com uma possível diminuição de até 28% no valor a ser pago pelos vencedores do leilão, além de um fundo disponibilizado para auxiliar na implementação da infraestrutura de 5G pelo país. Somadas, essas duas iniciativas equivalem a 155,7 milhões de dólares. Outra iniciativa menor, no valor de 3,1 milhões de dólares, tem o objetivo de financiar uma parte das despesas de P&D para empresas israelenses que desenvolvam tecnologia 5G.

Pode-se dizer que o governo israelense tem atuado mais como regulador e facilitador da inovação no país, sem muitos investimentos financeiros diretos ao 5G em si. É importante salientar, no entanto, o papel indireto do governo devido à relevância das forças armadas como fonte de inovação. Além disso, Israel tem um cenário extremamente favorável ao empreendedorismo, com grande importância dada a startups. Isso é resultado de uma estratégia nacional que gerou um robusto ambiente de investimentos de capital de risco, que conta com interesse de investidores de todo o mundo.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O governo de Israel realizou o leilão das frequências 5G em 2019, com a expectativa da possibilidade de oferecer serviços de banda larga de alta velocidade até o começo de 2022 e a implementação completa da tecnologia até 2023. Houve três vencedores: a operadora Pelephone, um consórcio das empresas Cellcom, Golan e Marathon, e o consórcio Partner com a HOT Mobile, e com bandas de mesma largura nas mesmas faixas de frequência. Segundo as regras do leilão, nenhuma operadora terá de pagar pela aquisição do espectro até setembro de 2022, embora possam conduzir o desenvolvimento dos seus testes e construções. A Tabela 10 resume as informações do leilão de Israel, incluindo os preços a serem pagos[99].

Tabela 10: Resumo do leilão de frequências 5G em Israel

Ganhador	Frequência	Valor (milhões de dólares)
Pelephone	700 MHz – 2,6 GHz – 3,5 GHz	27,5
Cellcom + Golan + Marathon	700 MHz – 2,6 GHz – 3,5 GHz	35,8
Partner + HOT Mobile	700 MHz – 2,6 GHz – 3,5 GHz	19,4

Os vencedores do leilão têm o compromisso de completar a instalação de suas infraestruturas em até cinco anos, e os serviços devem começar a ser disponibilizados em até 18 meses após início da construção dessa infraestrutura. A expectativa do investimento total para implementação de uma infraestrutura que cubra todo o país é de 623 milhões de dólares. Poucas informações foram disponibilizadas sobre os fornecedores de

[99] Status dos leilões de 5G em Israel: *International Telecommunication Union* – https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx

equipamentos, mas sabe-se que a Pelephone adquiriu 250 antenas de 5G da Ericsson por 24,9 milhões de dólares com ajuda do governo israelense.

Em setembro de 2020, a Pelephone e o consórcio Partner + HOT Mobile lançaram serviços de rede 5G comercialmente, com atendimento a 150 locais em Israel como Tel Aviv, Haifa, Ra'anana, Dimona e Kiryat Shmona.

Atualmente, em agosto de 2021, estima-se que existam 900 antenas em todo o país, com grande concentração nas grandes cidades israelenses.

Casos de uso da tecnologia 5G

Foram identificadas diversas empresas israelenses já testando maneiras de utilizar o 5G, e o próprio governo tem realizado pilotos para encontrar aplicações reais da tecnologia:

- A TetaVid está procurando formas de usar o 5G para inovar o entretenimento com um sistema de criação de conteúdo em vídeo com alta qualidade e *free viewpoint* (possibilidade do espectador ter diferentes vistas e imagens dinâmicas 3D) para transmissão de eventos de esporte e programas de TV em geral, agregando também aspectos de realidade virtual;
- A NoTraffic desenvolveu um *software* de gestão de tráfego projetado dentro do conceito de *Smart Cities* que lida com trocas de dados a partir de sensores que utilizam a tecnologia 5G;
- A chamada iniciativa NAAMA (Programa Nacional de Rede de Entregas por Drones, em tradução livre do hebraico) visa desenvolver o uso de drones para entrega domiciliar a partir de aparelhos conectados pela rede 5G[100];
- A Softil está desenvolvendo uma plataforma de serviços de voz e vídeo utilizando redes 5G e de fácil integração com diversos aparelhos e outras plataformas de desenvolvimento, visando permitir a empresas utilizarem essa tecnologia para agregar serviços de voz e vídeo aos seus próprios serviços[101];
- A Binah AI desenvolveu uma tecnologia que permite a extração de um grande conjunto de sinais vitais e medidas de estresse mental com base na análise de Inteligência Artificial de um vídeo que pode ser feito com qualquer tipo de câmera.

Desafios para a implementação do 5G

Os principais desafios para a expansão do 5G em Israel são a barreira financeira de entrada nesse mercado e o custo-benefício atual do uso de redes 5G. De forma geral, nota-se que ainda não foi encontrado um modelo de negócios sustentável para o desenvolvimento e aplicação da tecnologia no país.

O mercado de telefonia é muito competitivo e com margens apertadas, dificultando a cobrança de serviços de alto custo. O 5G ainda não atingiu seu potencial total de qualidade, de forma que não apresenta uma vantagem significativa em relação ao 4G. E como, atualmente, os planos de dados de 5G são vendidos pelo dobro do preço de planos 4G, a maioria dos usuários e empresas não está migrando para a tecnologia mais avançada. Esses fatores fazem com que a demanda pelos serviços de nova geração seja pequena e o negócio seja menos atrativo para as

---

[100] Piloto de entrega domiciliar por drones com 5G em Israel: https://innovationisrael.org.il/en/program/national-drone-delivery-network-program

[101] *Startup* de serviços de voz e vídeo via 5G em Israel: https://finder.startupnationcentral.org/company_page/softil

empresas. Para melhorar a qualidade do 5G seria necessário um grande investimento de expansão da infraestrutura, o que é pouco atrativo com a baixa rentabilização atual do serviço.

Além disso, outra barreira para o 5G em Israel tem sido a burocracia para a liberação de licenças de implementação de antenas de telecomunicação. Atualmente, as cidades são responsáveis por essa liberação, e existem indicativos de que o MOC pretende assumir essa responsabilidade para todo o território do país. No entanto, isso representa um ponto de conflito entre as esferas de governo e dificilmente deve ser aprovado no curto prazo.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

Com mais *startups* per capita que qualquer outro país, Israel fica atrás apenas do Vale do Silício em seu nível de inovação, com uma proporção de 1 *startup* por 1.400 pessoas. Israel também abriga o maior número de engenheiros per capita e ostenta uma das maiores taxas de gastos de P&D do mundo, 4,9% do PIB em 2019. De fato, isso coloca Israel como referência em vários indicadores de inovação como quantidade de pesquisadores por milhão da população, despesa bruta de P&D como percentual do PIB e talento de pesquisa em empresas.

Num esforço do governo que ocorre há anos, o país ganhou a alcunha de *Startup Nation*, ou Nação das *Startups*. O ambiente de capital de risco de Israel é superaquecido e conta com diversos atores que suportam diferentes estágios de maturidades das empresas, incluindo aceleradoras (nacionais e internacionais), incubadoras, *crowdfunding*, investidores anjo, fundos de capital de risco (nacionais e internacionais) e fundos de capital de risco corporativo (nacionais e internacionais).

Segundo levantamento da GINSUM (*German Israeli Network of Startups & Mittelstand*)[102], em Israel os números aproximados das empresas de investimento em capital de risco são os seguintes:

- 275 fundos de capital de risco;
- 60 fundos de capital de risco corporativo;
- Desde 2015, uma média de 23 novos fundos estão sendo estabelecidos por ano.

A principal diferença entre fundos de capital de risco e capital de risco corporativo está nas entidades que fornecem os recursos a serem investidos. Enquanto num fundo de capital de risco os recursos podem ser disponibilizados por diversos atores como investidores anjo, fundos institucionais e empresas, num fundo de capital de risco corporativo os recursos são disponibilizados por uma empresa específica[103].

Esse ambiente de *startups* deve se tornar a principal fonte de inovação para aplicações 5G a serem desenvolvidas no país. Essas inovações devem ser mais numerosas em setores já tradicionalmente fortes em Israel como o setor militar e de Defesa, e o setor de Saúde. O setor de Defesa é tão relevante que, segundo um especialista ligado ao governo do país[104], mais da metade das *startups* são oriundas de ex-integrantes das forças armadas israelenses, muitas das quais focam em soluções de defesa.

As Forças Armadas de Israel (IDF) têm um papel fundamental na promoção da inovação tecnológica do país e na formação da mão de obra qualificada, necessária para esse desenvolvimento e consequentemente na criação de *startups* de alto potencial. Historicamente, o setor militar tem investimentos massivos de P&D. Nos anos 1960 e

[102]Números de fundos de capital de risco em Israel: https://www.ginsum.eu/overview-of-israels-venture-capital-landscape/
[103] Capital de risco e capital de risco corporativo: https://bossainvest.com/o-que-e-corporate-venture-capital/
[104] Especialista de mercado entrevistado pelo time da Deloitte

1970, os números de P&D do setor militar representavam 30% de todas as despesas militares do país. Inúmeras soluções de uso civil e empresas foram criadas a partir de tecnologias desenvolvidas para as necessidades do Exército israelense, como avanços importantes em *machine learning* e IA para análise de grandes quantidades de dados.

O serviço militar é obrigatório em Israel, para homens e mulheres, e tem duração de dois a três anos. Uma vez recrutados, os soldados são alocados em diferentes divisões do Exército. Destaca-se a divisão de inteligência ultrassecreta, a *Unit 8200*. A seleção dos indivíduos que compõem a *Unit 8200* se dá através de vários testes e entrevistas, de modo a selecionar os soldados mais brilhantes e promissores. Uma vez dentro dessa divisão, os soldados recebem treinamento intensivo e são estimulados a lidar com a resolução de problemas desafiadores. Desde o primeiro ano, os soldados da *Unit 8200* já planejam projetos e desenvolvem soluções para aumentar a segurança cibernética, como, por exemplo, criar um sistema avançado para criptografar os segredos do Exército. Após o término do serviço militar, cidadãos altamente capacitados e treinados pelo Exército ficam à disposição do mercado e prontos para colocar em prática seus conhecimentos, seja em uma empresa já existente, seja para empreender e criar suas próprias *startups*.

Israel também é conhecido por seus avanços em agricultura de precisão. No entanto, esse setor não deve ser alavancado pelo 5G, pois o mercado para esse tipo de solução seria escasso. As tecnologias produzidas têm como foco a exportação a países subdesenvolvidos com características ambientes parecidas com a de Israel, com pouca disponibilidade de água e não ideais para o cultivo, como no Oriente Médio e África. Esses países não terão acesso em massa ao 5G no futuro próximo, ainda menos em zonas rurais.

Outros atores importantes são os institutos de pesquisa e universidades. Essas instituições também apresentam níveis de inovação e produção científica relevantes, além de serem berços para muitas *startups*. Portanto, a parceria entre o setor acadêmico e setor empresarial é essencial para o ecossistema israelense.

Esse ambiente de inovação único chamou a atenção de um dos maiores investidores do mundo. O americano Warren Buffet declarou: “Se você estiver indo ao Oriente Médio para procurar petróleo, você pode pular Israel. Se você estiver procurando por cérebros, não procure mais. Israel mostrou que tem uma quantidade desproporcional de cérebros e energia.” Prova disso é que diversas empresas multinacionais instalaram centros e laboratórios de pesquisa, e têm participado e dado suporte a *hubs* de inovação no país. Abaixo temos alguns desses exemplos:

- Deutsche Telekom – Hubraum:
  A Deutsche Telekom tem uma incubadora de tecnologia localizada em Tel Aviv chamada *hubraum*, cujo objetivo é reunir *startups* em estágio inicial e as principais empresas de telecomunicações europeias, estimulando a transferência de inovação e criando oportunidades de negócios para ambos os lados. A Hubraum também está presente na Alemanha (Berlim) e na Polônia (Cracóvia).
- Nokia – Bell Labs:
  O Bell Labs é um braço de P&D da Nokia. O objetivo do laboratório é inovar em tecnologias que sustentem as redes de comunicações do futuro. Além de ter uma filial em Israel, existem diversos outros laboratórios espalhados pelos EUA, Canadá, Europa e China.
- IBM – Haifa Labs:
  A cidade de Haifa, em Israel, abriga a maior filial da divisão de pesquisa da IBM fora dos EUA. O Haifa Labs foca em pesquisas de inteligência artificial, *blockchain*, *IoT*, saúde computacional, entre outros assuntos que podem ser aplicados no desenvolvimento de soluções para o 5G.

O governo tem feito a interface entre empresas e institutos de pesquisa. A principal entidade governamental nesse ecossistema é a Autoridade de Inovação de Israel (*Israel Innovation Authority*), uma agência independente

financiada pelo poder público com objetivo de incentivar diferentes níveis de iniciativas, incluindo empreendedores em estágio inicial, empresas maduras desenvolvendo novos produtos ou processos industriais, grupos acadêmicos que buscam transferir suas ideias para o mercado, corporações interessadas em colaborar com a tecnologia israelense, empresas israelenses que buscam novos mercados no exterior e fábricas tradicionais que buscam incorporar produtos inovadores e avançados em seus negócios.

Para o 5G a *Israel Innovation Authority* lançou, em 2016, o HERON (*Heterogenous Radio and Optical Networks*), um consórcio israelense composto por empresas, equipes de pesquisadores e institutos acadêmicos. O HERON esteve focado no desenvolvimento de tópicos fundamentais para a tecnologia 5G de modo a atender aos requisitos em três grandes áreas:

- Arquitetura de rede E2E (*End-to-End*);
- Soluções inovadoras de rede RAN;
- Desenvolvimento de aplicações 5G e otimização.

Segundo a Autoridade de Inovação de Israel, após ter sucesso em vários objetivos, o consórcio foi encerrado em 2020.

Cenário de *Software*

O mercado de tecnologia, do qual fazem parte os serviços de *software*, é um dos principais motores da economia israelense. Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 18,5 bilhões de dólares em exportação, o equivalente a 33% de todos os serviços exportados por Israel. Mais especificamente, os serviços computacionais relacionados a *softwares* representaram 13% de todos os serviços exportados, com valor total de 7,1 bilhões de dólares. Esse valor representa um aumento de 17% ante os 6,1 bilhões exportados em 2018.

Pelo lado das importações, em 2019 os serviços de TICs somaram 2,3 bilhões de dólares, 7% do total. Já os serviços computacionais relacionados a *softwares* foram responsáveis por 1,8 bilhão de dólares, 5% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra uma balança comercial positiva para Israel, com exportações maiores que importações, colocando o país como importante exportador de *software*. Esse comportamento deve-se, em grande parte, pelo pequeno tamanho do mercado interno do país e foco no mercado externo. Nesse contexto, desde o início, as empresas constroem *software*s e soluções com objetivo de atingir o mercado global.

A força da indústria inclui algumas das soluções de *software* mais comuns da atualidade. Mensagens instantâneas, VoIP (*Voice over Internet Protocol*), correio de voz, criptografia de chave pública, *firewall* de internet e processo de cobrança de celular são tecnologias que foram imaginadas e desenvolvidas por empresas israelenses.

Entre as maiores empresas israelenses de desenvolvimento de *software* estão:

- Amdocs, que produz *software*s para sistema de suporte empresarial (BSS), sistema de suporte operacional (OSS), soluções de rede aberta, *IoT*, análise de *big data* e entretenimento e soluções de mídia;
- Nice, especializada em *softwares* de gravação de voz, segurança de dados, robôs de automação de processos e sistemas que analisam dados gravados;
- Formula Systems, uma *holding* em Israel que agrupa diversas empresas de *software* nacionais e estrangeiras. Entre as empresas israelenses do grupo estão a Michpal, desenvolvedora de soluções para folha de pagamento, e a TSG IT Advanced Systems, especializada em soluções de defesa para uso militar e de segurança nacional.

Como um *hub* para tecnologias emergentes de *software*, Israel hospeda instalações de P&D para a maioria dos grandes fornecedores de *software* do mundo. Muitos desses centros que apoiam grandes linhas de produtos

foram estabelecidos por meio de aquisições de empresas locais. A HP, por exemplo, tem oito instalações para P&D no país, das quais sete foram frutos de aquisições de empresas israelenses. Outros estabeleceram centros locais de P&D e manufatura, que desempenham um papel significativo nas operações de suas matrizes. Além da HP, entre as empresas multinacionais presentes no país com instalações de P&D estão Intel, IBM, Google, Cisco, Motorola, Philips e Apple. As grandes empresas multinacionais com operações israelenses em *software* são responsáveis por parte considerável das exportações do país[105].

Esse ambiente propício para o desenvolvimento de *softwares* se sustenta no ecossistema de inovação israelense, com base na força das *startups*, das forças armadas, universidades e do suporte de entidades governamentais de inovação, como a Autoridade de Inovação de Israel.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

O objetivo do governo de Israel com o 5G é diminuir a distância atualmente existente entre Israel e outros países que estão em um estado de desenvolvimento mais avançado da tecnologia. No entanto, o poder público considera que existem pontos mais básicos a serem resolvidos, especialmente relacionados ao 4G. Com isso, o princípio norteador dos leilões efetuados é fortalecer o 4G e adicionar o 5G através de um sistema que estimule o investimento do setor privado.

Em relação à qualidade de comunicação por celular ou internet de alta velocidade, Israel está atrasado em relação aos países desenvolvidos, na visão do ministro de comunicações Yoaz Hendel. Segundo ele, melhorar a infraestrutura de telecomunicação é a prioridade do ministério.

Políticas públicas adotadas

O governo de Israel tem tomado poucas atitudes para fomentar diretamente o desenvolvimento do 5G no país, confiando mais no seu ecossistema de inovação e nas forças do mercado para que isso ocorra. As iniciativas mais importantes tomadas pelo governo são destacadas abaixo e, somadas, representam até 155,7 milhões de dólares[106;107]:

1. **Redução de custo dos espectros**

   O governo anunciou que as taxas pagas pelas licenças do espectro poderão ser diminuídas em até 28% nos primeiros quatro anos do serviço. As operadoras serão obrigadas a cumprir metas técnicas anuais: operar uma largura de banda mínima de 45 MHz, utilizar VoLTE (*Voice over Long-Term Evolution*) e eficiência espectral em favor de tecnologias avançadas. A redução será dada no início de cada ano e, se a operadora não cumprir as metas definidas, será obrigada a complementar o pagamento da redução do ano anterior. Se todas as condições forem cumpridas o valor total em redução de taxas é estimado em 93,4 milhões de dólares.

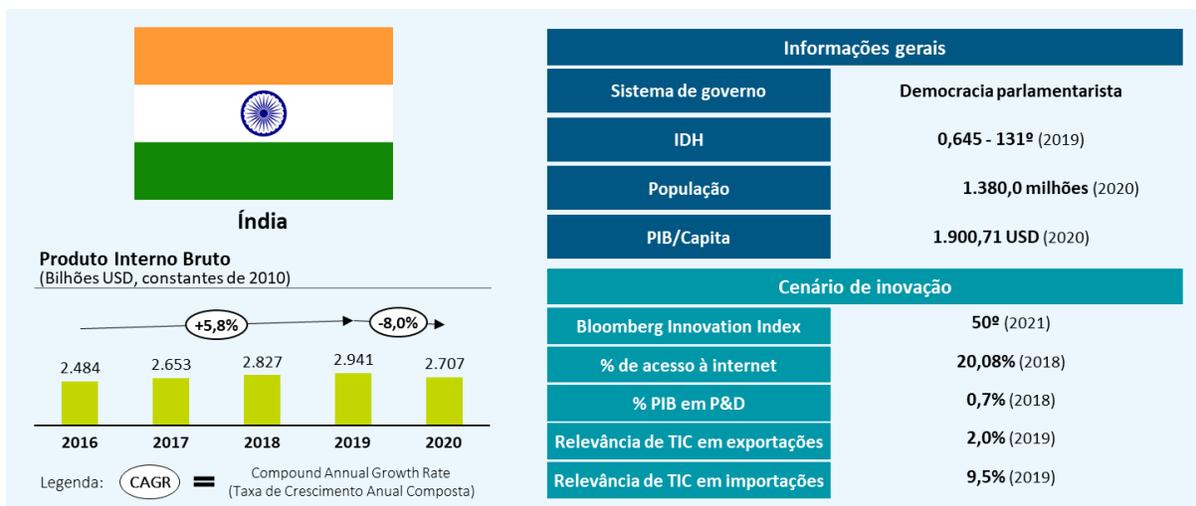
   Além disso, os pagamentos das licitações foram adiados para setembro de 2022, a fim de permitir que as operadoras direcionem seus recursos para investir na atualização de suas redes.

[105] Banco Mundial: https://documents1.worldbank.org/curated/en/526981530526619514/pdf/Best-Practices-and-Lessons-Learned-in-ICT-Sector-Innovation-A-Case-Study-of-Israel.pdf
[106] Conversão ILS para USD utilizada: 1 USD = 3.21 ILS de 04/08/2021 – BACEN
[107] Incentivos do governo israelense ao 5G: *International Telecommunication Union* – https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx

2. **Disponibilização de fundos para investimento em infraestrutura por parte das operadoras**
   De acordo com as informações do leilão seriam concedidos até 62,3 milhões de dólares para auxiliar as empresas na implantação das antenas 5G, já que as operadoras tinham como obrigação a instalação de 250 antenas até o fim de 2021 (número já alcançado em 2020). Os valores a serem repassados seguiriam a regra de ordem de chegada (*first come first served*). O primeiro lugar receberia auxílio de 41% do valor dos equipamentos até um valor de 25,5 milhões de dólares, o segundo lugar receberia 33% até um valor de 20,5 milhões de dólares, e o terceiro lugar receberia 26% até um valor de 16,2 milhões de dólares.

O Ministério das Comunicações e a Autoridade de Inovação de Israel lançaram outra iniciativa. Trata-se de um programa de 3,1 milhões de dólares para incentivar que *startups* e indústrias israelenses desenvolvam tecnologias 5G em diversos locais (como campi, espaços públicos, hospitais) e em dois formatos: tecnologias com uso de frequências já alocadas para operadoras de telecomunicações via leilão, ou para frequências específicas a serem designadas pelo Ministério de Comunicações. O programa oferece apoio financeiro de 20% a 50% das despesas de P&D e até 60% para um programa com potencial de impacto considerado extraordinário no aumento da implementação e do uso de infraestrutura e recursos avançados de comunicações em Israel. Uma subvenção adicional de 10% é concedida caso a atividade seja realizada em áreas de prioridade nacional, regiões que têm direito a benefícios governamentais em habitação, infraestrutura, educação, cultura e segurança. Entre os critérios estabelecidos para receber os benefícios estão a proximidade com a fronteira ou o grau de ameaça à segurança, como áreas de assentamento no *West Bank*.

Índia

Informações Gerais

Resumo Executivo

A Índia é o segundo país mais populoso do mundo, porém apresenta uma condição socioeconômica pouco desenvolvida, um dos desafios para o avanço do 5G no país. O leilão ainda não ocorreu e esse atraso deve-se, também, à forte presença do 2G como serviço disponível para as pessoas que não têm condições de atualizar seus aparelhos ou sequer têm acesso à internet em seus domicílios. Contudo, nos últimos anos, houve um aumento na adoção do 4G como resultado do fomento da inovação.

No ciclo de implementação da tecnologia 5G, as empresas indianas estão na fase de escolher os seus parceiros de *software* e *hardware*, e de definição da estratégia para os próximos passos. Os atores em destaque são Reliance Jio, Vodafone e Airtel. Os projetos pilotos que essas empresas estão desenvolvendo têm sido focados na disponibilização da internet à população.

O setor privado está liderando os investimentos de 5G no país, pois as contribuições do governo estão mais direcionadas aos incentivos fiscais que visam fortalecer as empresas indianas que desenvolvem a tecnologia. Por conta das condições econômicas e sociais da Índia, os investimentos em tecnologia estão sendo destinados às principais cidades, como é o caso de Bangalore, Nova Délhi e Mumbai, conhecidas pelos *clusters* de inovação. Em 2020, ocorreu uma rodada prévia do leilão, a fim de verificar como os participantes reagiriam. Os valores estipulados não agradaram o mercado, causando certa aversão nos atores.

Para preparar o mercado da tecnologia, o governo indiano está estimulando a adoção do 5G através dos planos do NDCP e do 5G India Forum 2020. Uma das metas é a contribuição do setor de comunicação digital aumentar para 8% do PIB do país. Além disso, em 2020, a Comissão de Comunicações Digitais aprovou o Incentivo à Produção.

O ecossistema indiano é composto pelas operadoras de telecomunicações – sendo elas consideradas o principal elo da cadeia –, pelo governo como órgão regulador e pelas universidades, que não têm papel de destaque no desenvolvimento do 5G. Com a criação da Atal Innovation Mission, a Índia deu início a diversas iniciativas para

ajudar no fomento do empreendedorismo nacional. Como maneira de estabelecer o apoio ao mercado, o governo promoveu algumas políticas públicas, como, por exemplo, a Política de Computação na Nuvem, o Fundo de Desenvolvimento Eletrônico e o Acesso Preferencial ao Mercado.

Em síntese, o país está passando pela estruturação inicial do ecossistema para suportar a tecnologia 5G. Esse passo inclui, por exemplo, a preparação financeira dos atores à adesão do espectro quando o leilão ocorrer. Os atores do ecossistema que estarão à frente são os que estão desenvolvendo os testes e estudos no país, como a Reliance Jio e Airtel. No momento, o governo está prevendo um possível leilão para 2022, mas ainda diante de muitas incertezas. Portanto, como maneira de entender os benefícios do 5G, o mercado está promovendo os estudos das aplicações.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O estágio do 5G ainda é embrionário na Índia[108], já que o país se encontra no estágio de desenvolvimento da tecnologia e de sua cadeia de fornecimento, com protagonismo do setor privado em todo esse movimento. O atraso do país em relação aos vizinhos pode ser compreendido no contexto de sua situação socioeconômica, com grandes camadas da população com baixo poder aquisitivo, o que torna a presença do 2G ainda algo a ser estabelecido para toda a população. Ao mesmo tempo, houve uma notável aceleração na adoção do 4G nos últimos três a quatro anos.

Dentro do ciclo de desenvolvimento da tecnologia 5G, a Índia está na fase em que as operadoras que desejam futuramente oferecer o serviço selecionam seus parceiros de negócios para desenvolver tanto a base da tecnologia como suas aplicações no país. As operadoras que estão se posicionando desta forma são a Vodafone, a Reliance Jio e a Airtel, que vêm desenhando suas estratégias em 5G para implementação a partir de 2022.

Dentro do que foi divulgado sobre as estratégias das operadoras interessadas em 5G pode-se ressaltar a Reliance Jio, que começou a operar recentemente na Índia mas tem ganhado muito espaço nos últimos dois anos, planejando desenvolver a própria tecnologia 5G, assim como fizeram com o 4G. Dessa forma, a expectativa é que ela se torne um competidor relevante.

Atualmente, o setor privado lidera o movimento para implementação do 5G na Índia, desenvolvendo os pilotos e desenhando as operações necessárias para construção da infraestrutura. Até janeiro de 2021, as contribuições do governo foram através de incentivos fiscais, especialmente para empresas indianas, e da precificação do espectro em uma rodada prévia que ocorreu no quarto trimestre de 2020 e ficou entre 3 e 4 bilhões de dólares. Esse valor inicial foi mal recebido pelas operadoras, que o julgaram muito alto, levando o governo a afirmar que revisará os valores para o próximo leilão, previsto para 2022.

Além disso, o governo indiano começou a estimular a adoção da tecnologia, mas com planos para desenvolver a base da tecnologia 5G e não para a implementação dos serviços. Anunciados em 2020, os planos do NDCP e 5G India Forum 2020 definiram as metas para orientar o desenvolvimento do ecossistema 5G, dentre elas aumentar a contribuição do setor de comunicação digital para o PIB da Índia para 8% e impulsionar a Índia para se tornar uma das 50 melhores nações no Índice de Desenvolvimento de TIC.

[108] 5G na Índia: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/technology-media-telecommunications/in-tmt-CII-TelecomConvergence5G-Ecosystem_new-noexp.pdf

Casos de uso da tecnologia 5G

Os pilotos existentes de uso da tecnologia 5G na Índia ainda se encontram em estágios iniciais, mesmo com a flexibilidade com que o governo disponibilizou frequências para uso nesses testes realizados nas regiões das metrópoles de Mumbai e Nova Délhi.

Para aplicações para redes de consumidores finais ainda não há exemplos de uso, mas as operadoras começaram a comunicar sobre a vinda da nova tecnologia e procuram mostrar o salto de qualidade do serviço ao se passar do 4G para o 5G, já que internet de qualidade é um grande diferencial no país, dada a prevalência de serviços mais antigos.

No caso de aplicações para empresas, há estudos e pilotos em andamento, embora poucos e com poucas informações abertas. Os casos de uso cujos detalhes foram divulgados de forma ampla podem ser encontrados abaixo:

- Bosch e L&T estão conduzindo pilotos de robótica no país, com aplicação no 5G, mas ainda numa fase inicial, também buscando aplicação em fábricas e automações.
- Phillips e Bosch estão realizando os testes com produtos para o lar que usam a conectividade 5G, trazendo casos existentes na Europa.
- Bharti Airtel e Tata Group firmaram uma parceria em um piloto para implementar o 5G em toda a Índia em janeiro do próximo ano, com base nas diretrizes estabelecidas pelo governo da Índia. O Tata Group desenvolveu um núcleo de rádio NSA/SA com base em O-RAN e tecnologia proprietária, aproveitando-se das capacidades do grupo e de seus parceiros.

Desafios para a implementação do 5G

Os principais desafios para a expansão do 5G na Índia estão ligados a cinco principais aspectos:

- O governo indiano ainda não criou uma lei específica para o 5G, o que resultou num vácuo jurídico, desestimulando o investimento dado o risco de não conformidade futura.
- A infraestrutura de telecomunicações indiana precisa de uma grande expansão e modernização para permitir a implementação da tecnologia, o que requer altos investimentos. A Índia tem menos de 30% dos pontos de telecomunicações conectados por fibra, um grande gargalo para as empresas de telecomunicações locais.
- Os altos preços para as licenças do 5G apresentados pelo governo serão uma grande barreira por desestimular o mercado como um todo a investir. É necessário um barateamento da licença, pensando também nos grandes volumes de investimento necessários para atender a um país de grande extensão e população tal como a Índia.
- Embora haja diversos aparelhos de *smartphone* habilitados para o uso do 5G, seu preço médio ainda é impeditivo para ampla venda no mercado indiano, novamente devido à condição socioeconômica do país.
- Os benefícios fiscais existentes para o 5G favorecem muito as empresas indianas, sejam operadoras ou fornecedoras de equipamentos, tornando qualquer competidor que não produza na Índia pouco competitivo. Isso desestimula uma maior participação de outros competidores e a criação de um mercado dinâmico.

De forma geral, a Índia precisa desenvolver seu quadro regulatório e fiscal para o 5G, apoiar as empresas a encontrar modelos sustentáveis de investir para desenvolver, construir e operar a tecnologia, além de entender como sua população pode ter acesso a esses serviços, dadas as limitações de seu poder aquisitivo.

Ecossistema de inovação e 5G

Papéis no ecossistema do 5G e seus participantes

O ecossistema da Índia é composto por um misto de tecnologias que emergem de diferentes atores e segmentos de mercado, de modo a promover a inovação em toda a extensão de seu território. Com a criação da organização pública Atal Innovation Mission (AIM), o país criou uma série de iniciativas em diversas cidades para desenvolver mentalidades criativas nas escolas, promover o empreendedorismo nas universidades e a criação de incubadoras e *startups*. A organização tem mais de 100 incubadoras e programas de apoio às *startups* indianas.

A cidade que concentra parte dessa inovação é Bangalore, no sul do país, que tem mais de 400 multinacionais como Microsoft e Samsung. O local ainda abriga o Parque Tecnológico de Bagmane, o Parque Tecnológico Internacional e o Parque Empresarial Ecospace. Outras cidades indianas sediam escritórios de empresas, como a Amazon que decidiu investir no país e adquiriu 49% das ações da Future Coupons, empresa de pagamentos criada pela Future Retail, uma das maiores varejistas da Índia.

Os principais participantes[109] da indústria de telecomunicações indiana, incluindo JioPhone, Foxconn, HTC, Huawei, Lava e Google formaram a The Mobile Association (TMA), que trabalha para desenvolver o ecossistema de dispositivos 5G. O ecossistema indiano é formado principalmente por empresas de telecomunicações, provedores de *softwares* e *hardwares*, *startups* e órgãos reguladores, sendo que os principais no mercado são:

(i) Operadoras de telecomunicações:
- Reliance Jio: opera uma rede LTE nacional com cobertura em toda a Índia. O *data center* da empresa está concentrado no Google e na Microsoft, e ela pretende desenvolver a própria tecnologia 5G, assim como fizeram com o 4G no país.
- Bharti Airtel: multinacional de serviços de telecomunicações, atua com o fornecimento móvel de 2G, 4G LTE, 4G+, banda larga fixa e serviços de voz, dependendo do país de operação. A empresa também lançou sua tecnologia VoLTE em todo o país.
- Vodafone Idea Limited: operadora de telecomunicações com sede em Mumbai e Gandhinagar, que oferece serviços 2G, 4G, 4G+, VoLTE e VoWiFi.

(ii) Provedores de tecnologia: Cisco, Nokia, Ericsson, Huawei e Samsung. Entretanto, por conta de questões políticas e de segurança de dados, as empresas chinesas estão sendo mantidas fora do meio de desenvolvimento tecnológico indiano. Além desses atores, existem empresas locais que buscam se tornar provedores da infraestrutura, como é o caso da Tech Mahindra.

(iii) *Data centers*: sistemas como AWS e Google Cloud são as grandes opções para que se tornem os *data centers* das operadoras de Telecom no país.

(iv) Universidades: ocupam o papel de realizar as pesquisas necessárias ao governo, mas, em termos da indústria de telecomunicações, as universidades não estão tão ativas quanto deveriam.

Casos de parcerias entre atores

[109] 5G na Índia: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/technology-media-telecommunications/in-tmt-CII-TelecomConvergence5G-Ecosystem_new-noexp.pdf

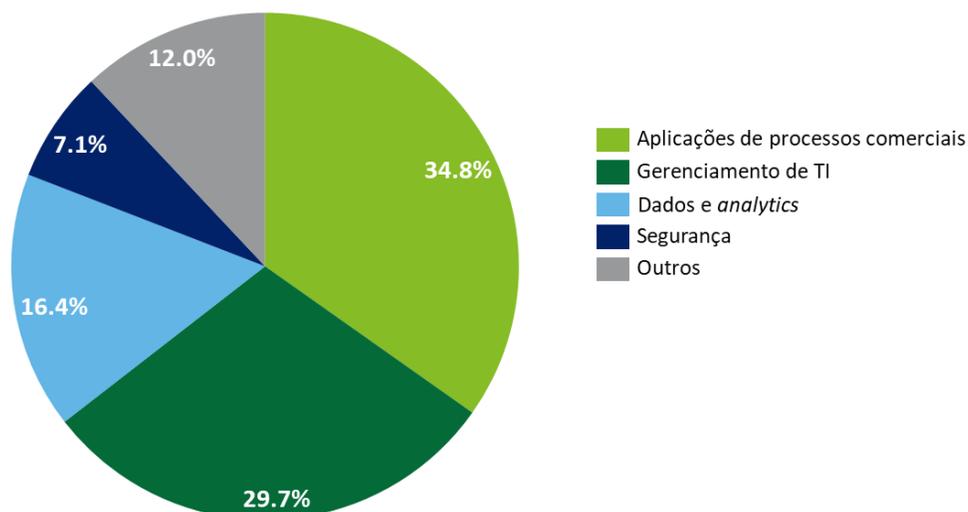
- A Vodafone Idea fez parceria com o provedor de conteúdo digital SonyLIV para fornecer acesso a conteúdo digital exclusivo em todos os gêneros para seus assinantes. A empresa também colaborou com a OTT ZEE5 para oferecer um portfólio de conteúdo da ZEE5 aos assinantes.
- A Airtel e a Netflix formaram uma parceria estratégica em que assinantes pós-pagos e de banda larga selecionados da Airtel receberam assinatura gratuita da Netflix por três meses e os assinantes pós-pagos da Airtel podem pagar pela Netflix em suas contas da Airtel.
- A Reliance Jio adquiriu uma participação significativa em provedores de conteúdo local como Eros International e AltBalaji, em acordos de compartilhamento de conteúdo.
- A operadora de DTH, Tata Sky, fez parceria com a Amazon para lançar uma plataforma “Tata Sky Binge”, que agrega conteúdo digital de vários aplicativos.

Cenário de *software*

O mercado de *software* na Índia é 10,2% do mercado APAC (*Asia Pacific*), com um valor anual estimado em 2020 de 18,5 bilhões de dólares, representando uma CAGR de 0,7% entre 2016 e 2020. A expectativa é de que esse crescimento seja de 7,8% de 2020 a 2025, atingindo 15,5 bilhões de dólares ao fim desse período[110].

A Figura 12 apresenta a composição do consumo de *softwares* no país em 2020, com uma alta representatividade de aplicações de processos comerciais, seguido por gerenciamento de TI que, juntos, representam 64,5% dos *softwares* adquiridos no país.

[110] Valores de mercado de *software*: Relatório de mercado “*India – Software, February 2021*”, MarketLine

Figura 12: Segmentos do mercado de *software* na Índia (2020)[111]

O mercado de fornecedores indianos de *software* é dominado pelos players globais Microsoft e IBM, embora conte com fortes players domésticos[112], como a Tata Consultancy Services (TCS) – considerada uma das maiores consultorias de TI –, e em seguida, a Infosys que, ao longo de 37 anos, catalisou algumas das principais mudanças que levaram ao surgimento da Índia como o destino global para o talento de serviços de *software*. Além disso, a companhia foi a primeira empresa de TI da Índia a ser listada na NASDAQ. Já a TCS é uma provedora de serviços de TI, consultoria e soluções de negócios que tem feito parcerias com grandes corporações mundiais em suas jornadas de transformação nos últimos 50 anos. O terceiro player que recebe destaque é a HCL Technologies, que abrange os principais serviços nas áreas de Aplicações, Infraestrutura, BPO e Engenharia e serviços de P&D, em conjunto com a DRYiCETM Autonomics para transformar os negócios e o cenário de TI. A segunda atuação da companhia é em ofertas focadas na experiência e orientadas a resultados de *Digital & Analytics, IoT*, *Cloud Native Services* e serviços de cibersegurança, para impulsionar os resultados dos negócios e permitir a digitalização corporativa.

Observa-se na indústria de TI da Índia uma grande abertura por parte do governo desde 1970 – momento em que a área começou a se destacar no país – até hoje. A princípio, o Estado era fechado ao *software*, e mostrou-o sob a forma de altas tarifas de importação: 135% em *hardware* e 100% em *software*. O *software* não foi reconhecido como uma indústria, o que acarretava a dificuldade de os players nacionais buscarem financiamento no mercado. A mudança começou a acontecer em 1984, com a implementação da Nova Política de Computador (NCP-1984), que ofereceu um pacote de tarifas de importação reduzidas em até 60% para *hardware* e *software*. Outro meio de

[111] **Aplicações de processos** incluem receitas de aplicações comerciais, aplicações de gerenciamento de relacionamento com o cliente, aplicações de planejamento de recursos empresariais, aplicações financeiras, aplicações de recursos humanos e aplicações de folha de pagamento, aplicações de produtividade de escritório, aplicações de gerenciamento do ciclo de vida do produto, aplicações de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aplicações verticais-específicas.
Gerenciamento de TI inclui receitas de aplicações de gerenciamento do ciclo de vida, plataformas e recipientes de aplicações, *software* de integração, sistemas operacionais, virtualização, gerenciamento de processos comerciais, ferramentas de gerenciamento de serviços de TI, gerenciamento de bancos de dados, plataformas de gerenciamento de sistemas e redes e gerenciamento de armazenamento.
Dados e *analytics* incluem receitas de plataformas de inteligência artificial, plataformas de *big data*, *business intelligence* e ferramentas de descoberta de dados, gerenciamento de dados e conteúdo e plataformas empresariais *IoT.*
Segurança inclui receitas da segurança de aplicações, plataformas de segurança de terminais, prevenção de fraudes e segurança transacional, gerenciamento de identidade e acesso, segurança de mensagens, proteção de dados, segurança de redes, segurança de servidores e segurança da web.
Outros segmentos incluem receitas de *cloud computing*, comunicações e colaboração, mobilidade, redes e armazenamento.

[112] Empresas de *software* indianas: https://indiancompanies.in/top-10-it-company-in-india/

incentivo foi a criação do projeto para estabelecer uma cadeia de parques de *software*, visando fornecer infraestrutura a custos inferiores ao preço de mercado. Essas políticas, eventualmente, transformaram a indústria[113].

Nos últimos anos, o crescimento foi impulsionado principalmente pelo aumento do uso de computação móvel e em nuvem entre empresas e os usuários finais. A computação em nuvem permitiu que as operadoras de mercado se engajassem em um modelo de negócios de *Software* como Serviço (*SaaS*). O segmento de aplicativos de processos comerciais foi o mais lucrativo do mercado em 2020, com receita total de 6,4 bilhões de dólares, o equivalente a 34,8% do valor geral do mercado. O segmento de gestão de TI contribuiu com receitas de 5,5 bilhões de dólares em 2020, o equivalente a 29,7% do valor agregado do mercado.

Em 2019, os serviços relacionados a TICs foram responsáveis por 64,9 bilhões de dólares em exportação, o equivalente a 20% de todos os serviços exportados pelo país. Mais especificamente, os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) representaram 19% de todos os serviços exportados, com valor total de 61,7 bilhões de dólares.

Pelo lado das importações, os serviços de TICs somaram 22,9 bilhões de dólares, 4,8% do total. Já os serviços computacionais (relacionados a *softwares* ou não) foram responsáveis por 7,8 bilhões de dólares, 1,6% do valor total de serviços importados. Esse panorama mostra um balanço comercial positivo para a Índia, com exportações maiores que importações. Os valores de exportação caracterizam o país como um dos maiores provedores desses serviços para o mundo.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

O governo indiano está assumindo um papel de órgão regulador e gerenciador do desenvolvimento da tecnologia 5G. Os investimentos destinados a esta tecnologia são do setor privado, mas a Comissão de Comunicações Digitais aprovou em 2020 o regime de Incentivo à Produção (PLI) para a fabricação de equipamentos de telecomunicações com o objetivo de impulsionar a fabricação local de equipamentos tanto para o mercado interno quanto para as exportações.

O governo planeja fornecer planos de incentivo e relaxamento de encargos fiscais[114] e regulatórios relacionados às taxas por alguns anos na aquisição do 5G, visando aliviar o estresse do gasto financeiro inicial em telecomunicações no cenário pós-leilão. Esses incentivos podem ser fornecidos sob a forma de depreciação acelerada ou em investimentos de capital, o que incentivarão os fabricantes de equipamentos de telecomunicações estrangeiros a estabelecer instalações fabris na Índia, além de impulsionar a criação de empregos e estimular as companhias no setor.

Políticas públicas adotadas

Um cenário robusto e competitivo, que garante a disponibilidade de novas tecnologias de comunicação, serviços e aplicações é imprescindível para o crescimento do PIB, da produtividade e criação de novos empregos na economia. A iniciativa de conectar a Índia e fornecer banda larga a todos os cidadãos fortalecerá significativamente o progresso econômico social do país. A Política Nacional de Comunicações Digitais (NDCP) estabelece os objetivos com ênfase no desenvolvimento oportuno de 5G e infraestrutura, definindo orientações para estabelecer as bases

---

[113] Contextualização da indústria de TI da Índia: https://thetechpanda.com/a-brief-history-of-indian-it/29817/
[114] Incentivos na Índia: https://www.livemint.com/industry/telecom/incentive-scheme-for-telecom-to-boost-manufacturing-amid-5g-build-up-industry-11605110901132.html

do ecossistema do 5G com os objetivos de aumentar a contribuição do setor de comunicação digital para o PIB da Índia para 8% e impulsionar o país para se tornar uma das 50 melhores nações no Índice de Desenvolvimento de TIC da União Internacional de Telecomunicações (UIT).

A política se concentra na criação de um roteiro para tecnologias emergentes como 5G, IA, robótica, *IoT*, *cloud computing* e comunicação máquina-a-máquina, simplificando os marcos de licenciamento e regulação e garantindo estruturas de segurança adequadas. Experimentos com novas tecnologias são incapazes de ganhar impulso devido aos obstáculos regulatórios para operar na Índia. A política busca eliminar desafios regulatórios e criar oportunidades de investimento atraentes em novos segmentos de tecnologia e estimular a implementação de novas tecnologias na Índia.

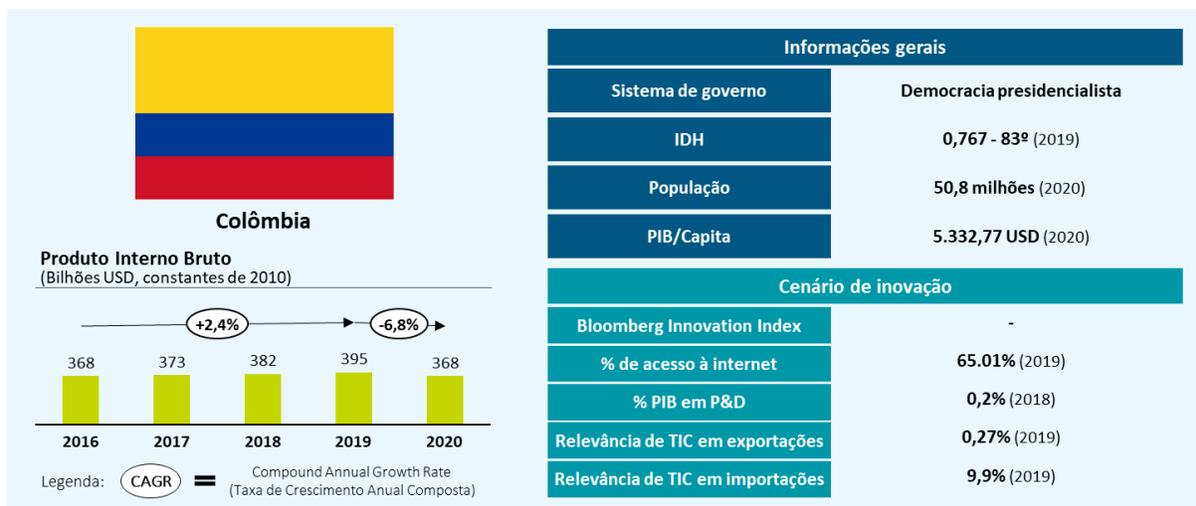
A política apoia o crescimento do setor de telecomunicações na Índia, que tem estado constantemente em crise financeira. A implementação desencadeará múltiplas oportunidades para provedores de serviços de telecomunicações, de serviços de internet, de infraestrutura, fabricantes de aparelhos e equipamentos, provedores de comunicação por satélite, comunidade acadêmica, inovadores e *startups*.

O país está trabalhando para estabelecer o devido apoio para que o mercado de tecnologia se desenvolva. Para tanto, algumas políticas públicas foram adotadas[115]:

- Política de computação em nuvem: obriga o armazenamento local de dados criados na Índia. Promove a identificação de 20 locais para configuração do *data center*. Recomenda o desenvolvimento de uma “estratégia nacional de nuvem”.
- Fundo de Desenvolvimento Eletrônico (EDF) e Política Nacional de Fabricação: dá capital de risco às empresas para desenvolver novas tecnologias em eletrônica e TI. O governo da Índia fornece um subsídio de capital de até 25% por 10 anos, incentivos de P&D e subsídio de capital para promover a manufatura.
- Acesso preferencial ao mercado (PMA): oferece benefícios fiscais e vantagens competitivas em licitações a fabricantes de equipamentos locais, incentivando as operadoras privadas a comprar produtos domésticos de telecomunicações.

[115] 5G na Índia: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/technology-media-telecommunications/in-tmt-CII-TelecomConvergence5G-Ecosystem_new-noexp.pdf

Colômbia

Informações Gerais

Resumo Executivo

A Colômbia é um dos países em que o leilão das frequências do 5G ainda não aconteceu, e nem há uma data prevista para sua realização. Apesar de não possuir esta tecnologia em operação dentro de seu território, a Colômbia está caminhando para seu desenvolvimento através da realização dos testes pilotos. Em 2020, pelo menos 41 projetos pilotos foram registrados e estão sendo executados nas cidades de Bogotá, Cali, Medellín, Tolú e Barrancabermeja.

Por ser uma tecnologia em ascensão no país, o 5G será implementado em fases, começando pela disponibilização de infraestrutura em centros urbanos mais desenvolvidos, para logo em seguida ir para casos de aplicação. As empresas do setor considerarão as indústrias que são foco de implementação, como óleo e gás. Entretanto, estes passos são longos e a falta de datas para os leilões e planos concretos por parte do governo tornam incertas as previsões de quando essa evolução deve acontecer.

Atualmente, como forma de incentivo aos pilotos no país, o governo concedeu espectro gratuito para a realização dos testes e, para isso, as empresas precisaram se inscrever no edital público. Parte do retardo da implementação do 5G deve-se ao período eleitoral que o país enfrentará, portanto, se o próximo governo tiver a tecnologia como pauta de priorização, espera-se que as alocações de espectro ocorram entre 2023 e 2024, já considerando o tempo de criação de um plano de implementação do governo após as eleições de 2022. Além desses aspectos políticos, a Colômbia tem dois grandes desafios a superar para impulsionar a implementação da tecnologia 5G no curto prazo: o atraso da implementação do 4G no país e a indisponibilidade de espectro de alta frequência adequado por questões técnicas.

No ecossistema, a operadora com maior interesse no 5G é a Claro, por ser líder de mercado e possuir mais condições de realizar os investimentos necessários. Já as universidades assumem um papel de pesquisa, e o governo atua na frente de regulação, pois os investimentos são em sua maioria do setor privado. A Colômbia definiu o “Plano de Transição para Novas Tecnologias” que consiste em transferir os consumidores das redes 2G e 3G para redes 4G. Com base nesse plano, as redes 5G serão implantadas gradualmente.

Embora o país esteja passando por esse atraso na implementação do 5G, a Colômbia é reconhecida pelo ambiente de *startups*, ponto central do ecossistema no país. Para apoiar e fomentar a inovação, o governo sancionou a Lei de Modernização Setorial de TIC, em 2019, com o objetivo de incentivar projetos tecnológicos. Além disso, o governo criou quatro iniciativas públicas para o apoio ao empreendedorismo, que são: Innpulsa, Invest Pacific, Apps.co e RutaN.

Em suma, o 5G chegará na Colômbia em um ecossistema de inovação liderado pelas *startups.* Entretanto, o atraso de implementar a tecnologia impactará nos projetos e na aplicação do país, pois o governo não está se movimentando, principalmente por conta das eleições de 2022. A população demorará para usufruir dos serviços do 5G, pois o processo de transição para o 4G ainda é um desafio, principalmente nas zonas rurais. Contudo, as empresas interessadas estão se movimentando para acelerar os projetos pilotos e os estudos, visando a liberação do espectro de frequência, conforme os leilões avançarem a partir de 2022.

Situação Atual do 5G

Leilões de frequências e cobertura atual

O leilão das frequências de 5G na Colômbia ainda não foi realizado e o Ministério de Tecnologias da Informação e Comunicação da Colômbia (MinTIC) ainda não definiu uma data para o certame. No entanto, pilotos com frequências de até 2,5 GHz, concedidos a atores privados, estão em andamento[116;117].

Em 20 de dezembro de 2019, o MinTIC cedeu as primeiras frequências do 5G, faixas das bandas de 700 MHz e 2,5 GHz, para a realização de pilotos:

- Colombia Móvil (Tigo): 40 MHz na banda de 700 MHz;
- Comunicación Celular (Claro): 20 MHz na banda de 700 MHz e 30 MHz na banda de 2,5 GHz, compartilhados com empresas parceiras de nomes não divulgados do Reino Unido.

Outros pilotos começaram a ser desenvolvidos por outras empresas desde 2019, e em dezembro de 2020 o país tinha 41 projetos em cinco cidades: Bogotá, Cali, Medellín, Tolú e Barrancabermeja. Como forma de incentivo aos pilotos, o governo não cobra pelo espectro usado e apoia as operadoras de telecomunicações na obtenção de licenças e autorizações, mas as próprias empresas disponibilizam equipamentos e tecnologia.

Como próximos passos, o Plano de Adoção 5G do país determina que até o terceiro trimestre de 2021 a faixa de frequência de 3,5 GHz deva ser alocada para novos pilotos. Caso o próximo governo tenha como plataforma o desenvolvimento da tecnologia 5G e queira realizar os leilões, espera-se que eles ocorram entre 2023 e 2024, contando o tempo necessário para a criação de um plano após as eleições em 2022.

Casos de uso da tecnologia 5G

A expectativa maior é a de que o 5G seja implementado na Colômbia em fases, com foco em centros urbanos densos e em aplicações de usos industriais. Atores do governo e do setor privado manifestaram entender que ambos segmentos têm o maior potencial de aproveitamento da tecnologia e, por isso, deverão ser o ponto de partida da implementação. Como as indústrias de óleo e gás e de energia são muito importantes na Colômbia, é provável que esse setor receba preferência para futuros testes e utilização do 5G.

[116] Status e perspectivas dos leilões 5G na Colômbia: https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-5g-regulation-and-law/colombia
[117] Status e perspectivas dos leilões 5G na Colômbia: Especialista de mercado entrevistado pelo time da Deloitte

Redes privadas são um assunto à parte no país pois, embora haja casos, não há regulamentação específica do governo sobre o modelo. Isso limita seu desenvolvimento até que se tenha uma indicação clara de que esse será um modelo aceito, permitindo os grandes investimentos necessários para criar uma rede privada[118].

Alguns exemplos de casos de uso de pilotos em andamento na Colômbia estão detalhados a seguir[119] [120] [121]:

- A Telefônica desenvolveu um piloto na Secretaria Distrital de Saúde de Bogotá e no Laboratório de Saúde Pública para conectar a rede 5G a uma câmera térmica e monitorar a temperatura corporal de mais de 400 funcionários em tempo real.
- O outro piloto destaque da Telefônica é de um robô de telemedicina, que permite que os médicos do Hospital Militar de Bogotá façam videoconferências confiáveis e de baixa latência quando precisam atender a um paciente remotamente. A empresa também está implementando um serviço de teletriagem 5G, cuja função é ajudar a equipe de linha de frente a fazer avaliações e classificações de pacientes de maneira remota.
- A Claro anunciou que testará, em 2021, a tecnologia em estações de rádio base localizadas em Medellín, Cali, Bogotá e Barrancabermeja para três casos de uso: terminais móveis de pessoas por meio de banda larga aprimorada (*eMBB*), terminais fixos para acesso sem fio (*FWA*) e uma rede 5G privada. Além disso, um dos pilotos em saúde que a empresa já vem desenvolvendo na Colômbia é um sistema de análise de imagens diagnósticas, que através do estudo de Tomografias Computadorizadas (TC) apoia o diagnóstico da Covid-19, transmitindo através da rede 5G entre 300 e 400 tomografias por paciente em menos de um minuto.

Desafios para a implementação do 5G

A Colômbia tem dois grandes desafios a superar para impulsionar a implementação da tecnologia 5G no curto prazo: o atraso da implementação do 4G no país e a indisponibilidade de espectro de alta frequência adequado por questões técnicas.

O leilão do 4G demorou muito para ser concretizado no país, levando as empresas telefônicas a construírem sua infraestrutura 4G tardiamente, o que gerou um endividamento dos principais competidores do mercado e consequentemente um desinteresse no investimento em frequências da nova tecnologia antes de recuperar aqueles da tecnologia anterior. A operadora com maior interesse no 5G é a Claro, por ser líder de mercado e ter mais condições de realizar os investimentos necessários. A falta de interesse atual do mercado em acelerar a implementação da tecnologia deve fazer com que o governo também não priorize a implementação do 5G no curto prazo[122].

Como reflexo desse atraso, o Plano de Transição para Novas Tecnologias a ser aplicado entre 2020 e 2022 do governo atual procura incentivar a migração para tecnologias de penúltima geração, estimulando a troca 2G e 3G

[118] Perspectivas da disponibilidade do 5G na Colômbia: Especialista de mercado entrevistado pelo time da Deloitte
[119] Piloto de 5G na Colômbia: https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/5g-como-avanzan-los-planes-piloto-en-colombia-de-redes-5g-554580
[120] Piloto de 5G na Colômbia para combate à Covid-19: https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/135939:Primera-prueba-piloto-de-5G-en-Colombia-ayudara-a-identificar-los-casos-de-COVID-19
[121] Piloto de 5G na Colômbia segundo o órgão regulador: https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/177382:Con-planes-piloto-Colombia-se-prepara-para-la-entrada-del-5G-David-Walid-viceministro-de-Conectividad-del-MinTIC
[122] Impacto do atraso do 4G na implantação do 5G: Especialista de mercado entrevistado pelo time da Deloitte

ainda para o 4G. Entre suas linhas de ação, o plano prevê a remoção de barreiras à implementação de novas infraestruturas 4G, bem como propostas de redução da carga tributária para terminais 4G e planos de internet móvel voltados para os estratos mais baixos e áreas rurais do país.[123]

Além da questão de interesse em investimentos, há uma dificuldade técnica de complementar os leilões do espectro atual com o espectro de alta frequência necessário para o funcionamento adequado da tecnologia. Atualmente, o espectro disponível é uma *mid-band* que precisa ser complementado com as bandas de frequência mais altas, que precisarão de um processo de limpeza e finalização das licenças atuais. O governo precisará disponibilizar as duas faixas de banda nos leilões para a implementação adequada do 5G.

Ecossistema de inovação e 5G

Atores do ecossistema e suas tecnologias

A Colômbia é um país que se caracteriza pela presença de *startups* e um ambiente de inovação consistente ao longo dos anos, entretanto, de acordo com o relatório do Conselho Nacional de Política Econômica e Social (CONPES), o cenário nacional é de baixo investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação. Contudo, mesmo diante deste fator, o país se destaca por duas grandes cidades que atuam e representam o avanço tecnológico da Colômbia.

Bogotá

Capital do país e estrategicamente localizada, a cidade é considerada o centro de inovação tecnológica da Colômbia. De acordo com o estudo desenvolvido pelo *The Global Startup Ecosystem Report 2020*, Bogotá está na sexta posição no ranking dos Top 100 Ecossistemas Emergentes. Ao falar de atratividade, a pesquisa *Invest in Bogota* aponta que no local existem ao menos 28 fundos e bancos de investimento de risco, 11 empreendimentos corporativos e 5 redes de investidores anjo que participam ativamente de processos de crescimento e dinamismo das empresas. A região também abriga 32% das empresas do país, 56% das transações financeiras nacionais e conta com um mercado de mais de 11 milhões de pessoas.

Sede do unicórnio Rappi, Bogotá disponibiliza aos empreendedores espaços de *coworking*, incluindo Carpe Diem House, Colabora, El Cluster Coworking Hub, House Lab e AtomHouse, sem contar as duas das três principais universidades da Colômbia – Universidade Nacional da Colômbia e Universidade de Los Andes –, oferecendo jovens talentos altamente qualificado para empresas em crescimento.

Medellín

A cidade começou a ganhar destaque quando criou o Distrito de Inovação de Medellín, um projeto de mais de 172 hectares que criou mais de 2,9 mil empregos e atraiu centenas de empresas oriundas de 23 países. Hoje, abrigando aproximadamente 11 mil pessoas, o laboratório de vida e negócios conta com quatro universidades, 48 instituições da área de Ciência, Inovação, Tecnologia, Saúde e Cidadania, e 115 importantes empresas locais e estrangeiras. Devido ao foco em desenvolvimento tecnológico, a cidade é a sede de empresas importantes de capital de risco, como a Firstrock Capital e Capitalia.

O ecossistema colombiano é formado, substancialmente, por empresas de telecomunicações, provedores de *softwares* e *hardwares*, *startups* e órgãos reguladores, sendo que os principais no mercado são:

---

[123] Plano de transição tecnológica da Colômbia: https://www.telesemana.com/blog/2020/06/24/colombia-mantiene-entrega-de-35-ghz-para-pilotos-5g-y-delinea-plan-para-migrar-2g-y-3g-a-4g/

(i) Operadoras de telecomunicações:
- Claro: operadora de propriedade do grupo mexicano América Móvil;
- Movistar: marca comercial da Telefónica Móviles, uma operadora parte do grupo espanhol Telefônica;
- Tigo: empresa criada em 2006, do Grupo EPM e da *Millicom International Cellular*

(ii) Provedores de tecnologia: Cisco, Nokia, Ericsson, Huawei e Samsung são as empresas que estão à frente do desenvolvimento da tecnologia 5G no país.

(iii) Universidades: ocupam o papel de apoiar as pesquisas necessárias ao governo, mas, em termos da indústria de telecomunicações, as universidades não estão ativas. A comunidade científica é vista como facilitadora de conhecimento para o desenvolvimento e aplicação da tecnologia 5G na Colômbia.

(iv) Órgãos reguladores: atualmente, o MTIC está trabalhando em conjunto com a Comissão de Regulação das Comunicações (CRC) e a Agência Nacional de Espectro (ANE) na estruturação do leilão de licenças de uso de espectro nas bandas apropriadas para a tecnologia 5G.

Economia Laranja

A Economia Laranja[124] é a política criada pelo governo colombiano com objetivo de incentivar a criação de novas empresas que pretendam produzir bens e serviços para agregar valor ao mercado de *startups* inovadoras e sustentáveis. Existem três setores principais dentro da economia laranja: artes e legado cultural, indústrias culturais, e criação de novos conteúdos e *softwares* funcionais. Isso abrange áreas comerciais como mídia digital, design de desenvolvimento de *software*, marketing, turismo e educação, dentre outras.

A Rappi – serviço de entrega de alimentos e outros bens através de aplicativo – é uma das principais histórias de sucesso desta política. O crescimento e o sucesso da empresa permanecem sendo apoiados pelo governo colombiano através de políticas e programas de incentivo ao fomento da tecnologia.

Um aspecto a ser destacado é que essa política enxerga a propriedade intelectual como uma mercadoria para gerar o desenvolvimento econômico, ou seja, o sucesso às companhias nessas áreas resulta em um aumento de receita nacional através da arrecadação dos impostos. Contudo, o governo colombiano oferece às empresas participantes isenção fiscal para os primeiros sete anos de negócios.

Startups na Colômbia

O crescimento da influência colombiana no aspecto de inovação[125] e fomento de *startups* fez com que o país desenvolvesse inúmeros programas de incubação e aceleração para essas tecnologias. Launchpad Start, Apps.co e iNNpulsa são frutos disso. Por exemplo, a Wayra, aceleradora da Telefônica, ajudou a financiar, melhorar e validar a proposta de valor de 53 empreendimentos com investimentos de 2,1 milhões de dólares, totalizando aproximadamente 16 milhões de dólares, segundo o portal América Economía.

Startups na Colômbia estão aproveitando competições internacionais de aceleração, como é o caso do Disrupt SF, um dos eventos que reúne empreendedores de todo o mundo e no qual oito *startups* representaram o país em 2018.

---

[124] Economia Laranja: https://economianaranja.gov.co/

[125] Colômbia investe em tecnologia e se torna um dos países que mais cresce na América Latina: https://www.startoutbrasil.com.br/colombia-investe-em-tecnologia-e-se-torna-um-dos-paises-que-mais-cresce-na-america-latina/

Programa de aceleração Wayra

É um programa[126] apoiado pela Telefônica que desempenha um papel importante ao ambiente de inovação, pois se trata de um veículo de investimento em *startups* digitais em países da Europa e América Latina. O programa tem o objetivo de ser um *hub* de inovação global e tem apoiado empresas que já possuem uma base tecnológica, com produtos que já estejam ativos. Desse modo, trabalha junto com a *startup* para maximizar seu potencial de crescimento.

Cenário de *software*

O mercado de *software* da Colômbia se posicionou como o quarto maior mercado da América Latina, atrás apenas de Brasil, México e Chile, e que, em 2019, atingiu cerca de 8,2 bilhões de dólares. O país tem uma forte e crescente demanda doméstica, com os seguintes setores registrando os maiores gastos de TI: 1,6 bilhão de dólares dos fabricantes industriais, 1,5 bilhão de dólares do governo, 1,4 bilhão de dólares do setor financeiro e 1,3 bilhão de dólares de comunicações[127].

Empresas globais como Amazon Web Services, Microsoft e Accenture reconheceram o potencial do setor de *software* e serviços de TI na Colômbia e investiram no país nos últimos anos em diferentes verticais como *agrotech*, *fintech*, *blockchain*, saúde, logística, energia e *e-commerce.* Esses aportes foram importantes para alavancar o potencial da região e aumentar a sua competitividade internacional. No entanto, o setor enfrenta um déficit de trabalhadores qualificados, o que levou o governo federal a lançar a Missão TIC 2022, com participação da FedeSoft, iniciativa que pretende formar 100 mil programadores em dois anos.

Entre 2001 e 2018, 690.491 alunos se formaram em programas relacionados a *software* e TI, principalmente em Bogotá, Medellín, Cali e Bucaramanga. Alguns dos programas notáveis da Colômbia incluem[128]:

- Vive Digital, programa patrocinado pelo governo para impulsionar o ecossistema digital nacional. Através dele, 2.000 aplicativos móveis foram desenvolvidos, aumentando significativamente o desenvolvimento de aplicativos no país. Este programa recebeu o prêmio do *Mobile World Congress*, em Barcelona. O plano responde ao desafio do governo de massificação da internet ao longo do território do país, sendo que seus pilares se baseiam principalmente em: (i) incentivar a oferta e demanda de serviços digitais; (ii) reduzir as barreiras normativas e impositivas; e (iii) priorizar os recursos do Estado para a tecnologia.
- *Bring IT On*, uma campanha para ajudar o setor de TI na Colômbia a prosperar, especialmente novas *startups* em estágios iniciais.
- Ruta N Building, prédio em Medellín, nomeada uma das cinco cidades a obter um Centro para a Quarta Revolução Industrial.
- Treinamento de TI apoiado pelo governo, que investiu 6,8 bilhões de dólares em programas de treinamento de TI em 2019.

[126] Programa de aceleração Wayra: https://vivomeunegocio.com.br/conteudos-gerais/inovar/wayra-aceleracao-startup-telefonica/
[127] Colômbia – Softwares e serviços de TI: https://investincolombia.com.co/en/sectors/information-technology-and-creative-industries/software-and-it-services
[128] Principais programas de TI da Colômbia: https://www.verifiedmarketresearch.com/product/colombia-information-technology-it-market/

Como parte do ecossistema, a Colômbia conta com as empresas desenvolvedoras para abastecer o mercado nacional, sendo elas, principalmente[129]:

- Teravision Technologies, uma empresa de terceirização de *software*, com mais de 300 profissionais nos EUA, México, Colômbia e Venezuela. A companhia tem mais de 17 anos de experiência no design, desenvolvimento e garantia de qualidade de soluções de *software* personalizadas na América do Norte, Europa e América Latina nas indústrias financeira, de saúde, *wearables* e entretenimento.
- 10Pearls, companhia que projeta e desenvolve aplicativos. A empresa tem cerca de 350 funcionários e atua nas áreas de segurança cibernética, desenvolvimento de produtos e design de UX/UI.
- BairesDev, companhia de tecnologia de informação e de engenharia de *software*, especializada em terceirização, testes, manutenção e soluções em tecnologias de informação. A empresa tem mais de 3.000 engenheiros experientes em 36 países.

Em suma, esse cenário de investimentos do governo no ecossistema de *software* e a atuação das empresas que desenvolvem fomentam o mercado na Colômbia, sendo o país destaque na América Latina.

Políticas Públicas

Estratégia e posicionamento do setor público em relação ao 5G

A Colômbia definiu o "Plano de Transição para Novas Tecnologias", que consiste em transferir os consumidores das redes 2G e 3G para redes 4G. Com base nesse plano, as redes 5G serão implementadas gradualmente a partir de 2022. Sob a análise do território nacional, visando a implementação do 5G, o relatório "Colômbia – Infraestrutura de Telecomunicações, Operadores, Regulamentos, Estatísticas e Análises 2019" relata que o país tem infraestrutura em fases precárias em pequenos centros urbanos e áreas rurais, enquanto os principais centros urbanos são considerados mais desenvolvidos.

Como maneira de apoiar o setor de telecomunicações, em julho de 2019 o governo sancionou a Lei 1978 de 2019 de Modernização Setorial de TIC, que busca a redução da lacuna digital na Colômbia e pretende impulsionar o setor, permitindo que empresas atuais e novas desenvolvam projetos inovadores em relação aos serviços de TIC, melhorem o acesso a esses serviços e possibilitem o progresso e modernização e implementação de novas tecnologias no país.

De acordo com o material divulgado pelo governo colombiano, os investimentos têm sido destinados para reforçar e expandir as redes 4G e fibra existentes, além de fazer maior uso de provedores de nuvem e infraestrutura de terceiros para ajudar a atender à demanda por conectividade. Com isso, são esperados atrasos na introdução e adoção do 5G na Colômbia.

Políticas públicas adotadas

Como forma de apoio ao empreendedorismo e a tecnologia, o governo da Colômbia criou quatro iniciativas públicas para promover o desenvolvimento e o investimento de negócios, além de contar com 38 fundos de investimento como Polymath Ventures, Capitalia Colômbia, Condor, Impulsum Ventures e InQlab, e diversos programas de aceleração como HubBog, Creatic, ParqueSoft, Macondolab e Corporacion Ventures.

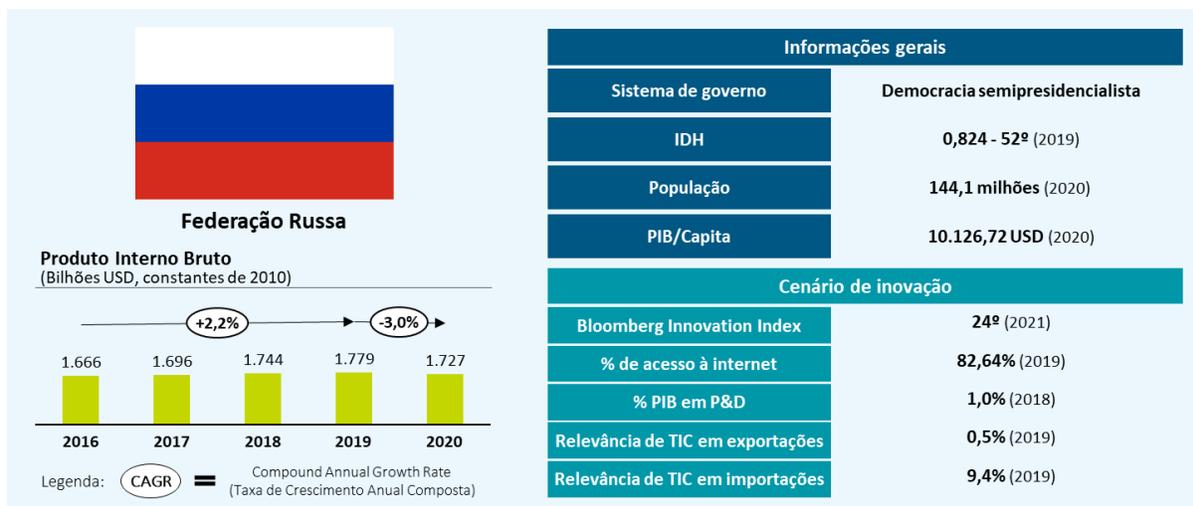
---

[129] Empresas de software colombiana: https://clutch.co/co/it-services

- Innpulsa: agência de empreendedorismo[130] e inovação do governo que acompanha a aceleração de empreendimentos de alto potencial e os processos inovadores e de financiamento que permitem às empresas do país escalar para gerar mais desenvolvimento econômico, igualdade e oportunidades para todos os colombianos.
- Invest Pacific: entidade sem fins lucrativos[131] com mais de dez anos de experiência liderando a promoção e atração de investimento estrangeiro direto em Valle del Cauca – Departamento estrategicamente localizado no sudoeste da Colômbia – e Cali – sua capital – em um trabalho articulado com prefeitos, governadores, câmaras de comércio, zonas livres, empresas, universidades e outras entidades do ecossistema regional, o que favorece o clima de negócios para os diferentes setores empresariais.
- Apps.co: programa de Empreendedorismo Digital do Ministério de TIC da Colômbia[132], criado com o objetivo de promover e potencializar a geração, criação e consolidação de empreendimentos de base tecnológica como aplicativos móveis, *software*, *hardware*, comércio eletrônico e conteúdo.
- RutaN: *joint venture* pública entre a prefeitura de Medellín[133], UNE e EPM. Fundada em 2009, a Ruta-N foi criada para inspirar e incentivar a inovação na cidade e criar condições favoráveis para negócios e empreendedorismo.

[130] Innpulsa: https://www.innpulsacolombia.com/
[131] Invest Pacific: https://investpacific.org/
[132] Apps.Co: https://economianaranja.gov.co/oferta-nacional/apoyos-incentivos-y-financiamiento/mintic/apps-co/
[133] RutaN: https://www.rutanmedellin.org/es/

Rússia

Informações Gerais

Resumo Executivo

Na Rússia, vê-se que a tecnologia 5G está disponibilizada em estágio inicial, em zonas piloto. Ainda assim, entende-se que, segundo o Programa Nacional de Economia Digital, a cobertura alcançará, em 2021, o marco de dez grandes cidades e, em 2024, em todas as cidades com mais de um milhão de habitantes. Para tanto, o governo criou um programa de incentivo nacional para o 5G, que identifica os seguintes oito setores mais suscetíveis às mudanças: (i) Transporte e Logística; (ii) Habitação e Serviços Públicos; (iii) Agricultura e Silvicultura; (iv) e Saúde e Bem-estar Social.

De acordo com o Decreto do Comitê de Frequências de 17 de março de 2020, as seguintes frequências estão alocadas para implementação de 5G: 694 – 790 MHz, 2,3 – 2,4 GHz, 2,57 – 2,62 GHz, 4,4 – 4,99 GHz e 24,25 – 27,5 GHz. Em relação às frequências de 24,25 a 24,65 GHz, a primeira licença para essa classe foi concedida em julho de 2020 à Mobile TeleSystems (MTS), atualmente considerada a maior operadora de celular da Rússia, por um período de cinco anos, abrangendo grande parte do território nacional. Espera-se que a MTS realize o lançamento do 5G até julho de 2022 aos clientes da indústria[134].

As instituições privadas e governamentais trabalham conjuntamente para o desenvolvimento do 5G na Rússia. Para esse ecossistema funcionar, existe uma composição entre o governo como órgão regulador, as universidades como centro das pesquisas e as empresas privadas, como por exemplo MTS, Megafon, Rostelecon, Tele2, VimpelCom, Beeline e Motiv. Já sobre as empresas que fornecem os equipamentos ao país, em 2019, a discussão era de que o governo permitiria apenas o desenvolvimento nacional para o uso do 5G. Entretanto, após a oposição das companhias participantes, a Rússia liberou que empresas como Huawei, Ericsson e Nokia operassem no mercado nacional.

[134] 5G na Rússia: https://data.gsmaintelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=43220999&file=2764-060619-5G-Russia.pdf

A diversidade deste ecossistema é promovida pela capacidade de inovação tecnológica através das *startups* russas. Setores como e-commerce e *fintech* lideram serviços B2C – estima-se que 79% das *startups* russas estejam localizadas em Moscou, evidenciando a necessidade de diversificação tecnológica em outros territórios do país. A Rússia não tem um programa específico destinado ao fomento do 5G, mas o país oferece incentivos à produção de tecnologias e projetos[135]. Além disso, os incentivos variam regionalmente e de acordo com o tipo de projeto que a companhia está implementando. A Rússia não tem um programa específico destinado ao fomento do 5G, mas o país oferece incentivos à produção de tecnologias e projetos[136]. Além disso, os incentivos variam regionalmente e de acordo com o tipo de projeto que a companhia está implementando.

No geral, os contribuintes que implementam grandes projetos de investimento podem, em muitas regiões russas, beneficiar-se de incentivos fiscais e econômicos. Para receber o benefício, o projeto deve atender a critérios específicos (por exemplo, como projeto de investimento prioritário ou projeto de particular importância). Isso pressupõe injetar recursos financeiros substanciais na economia da região e criar empregos em novas instalações de produção.

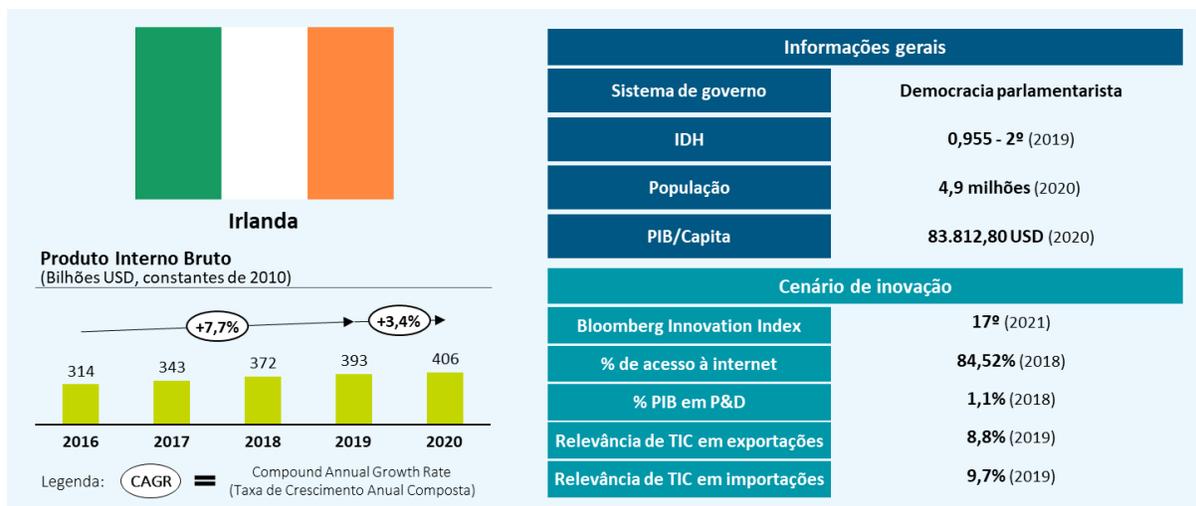
Esses incentivos podem incluir:

- Redução da alíquota total do imposto sobre os lucros corporativos para 17%;
- Isenção de impostos sobre bens, terras e transportes;
- Isenção de direitos aduaneiros e IVA de importação;
- Subsídios compensando os impostos pagos aos orçamentos regionais e/ou juros pagos aos bancos russos em empréstimos e créditos.

Por fim, o país ainda não possui o 5G disponível por todo o território, pois atualmente a tecnologia está concentrada nas áreas dos projetos pilotos. A MTS, principal operadora, é a expectativa da Rússia para que a população passe a usufruir da tecnologia em 2022. Além disso, o governo se posicionou para oferecer incentivos através de deduções fiscais e isenções em determinados tipos de impostos que as companhias estariam sujeitas. Por conseguinte, o desafio do país será levar o 5G para além das principais cidades citadas acima.

[135] Incentivos fiscais na Rússia: https://cms.law/en/rus/publication/doing-business-in-russia-2020/tax-system/incentives
[136] Incentivos fiscais na Rússia: https://cms.law/en/rus/publication/doing-business-in-russia-2020/tax-system/incentives

Irlanda

Informações Gerais

Resumo Executivo

Como parte do Plano de Ação 5G para Europa, emitido pela Comissão Europeia em 2016, a Irlanda e outros membros europeus disponibilizaram espectro para o 5G[137]. Desde 2019, as operadoras móveis da Everal começaram a implantar redes 5G em toda a Irlanda. A partir de outubro de 2020, foram construídas redes de 5G disponíveis nas principais cidades irlandesas, Dublin, Cork, Galway, Wexford, Waterford.

A Irlanda está utilizando as bandas de 700 MHz – 3,6 GHz[138]. Já a banda de 26 GHz ainda não tem previsão para ser leiloada. Atualmente, os serviços móveis estão disponíveis na Eir, Vodafone e a Three, que criaram pacotes de planos para oferecer à população irlandesa. Um desafio enfrentado pelo país é a aquisição, por parte da sociedade, de aparelhos que suportam a tecnologia, já que costumam ter um valor mais alto e a população não vê grandes benefícios neste momento.

O ecossistema na Irlanda é liderado por três principais operadoras, sendo que a dificuldade compartilhada é a cobertura da zona rural, considerada um desafio das outras gerações também.

- Three: é o único provedor no momento para oferecer uma gama de 5G *broadband*. A empresa foi lançada em 2005 e opera como uma subsidiária da CK Hutchison, atuando sob a marca global Three. De acordo com o Statista[139], a companhia ocupa aproximadamente 36,8% de participação de mercado móvel com base em assinaturas na Irlanda, no primeiro trimestre de 2021.

---

[137] Futuro da conectividade 5G na Irlanda: https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2021/02/5G-and-Future-Connectivity-in-Ireland-Discussion-Paper.pdf
[138] Alocação de espectro da Irlanda: https://www.epa.ie/environment-and-you/radiation/emf/what-is-emf/radiofrequency-fields-/5g---new-rf-technologies/5g-in-ireland/
[139] Participação de mercado móvel com base em assinaturas na Irlanda do primeiro trimestre de 2020 ao primeiro trimestre de 2021, por operadora: https://www.statista.com/statistics/1196864/ireland-mobile-market-shares-by-subscriptions/

- Eir: não oferece um plano de banda larga 5G atualmente, mas sua cobertura móvel 5G agora se estende a 57% da população da Irlanda. De acordo com o Statista[140], a companhia tinha aproximadamente 16,6% de participação de mercado móvel com base em assinaturas na Irlanda, no primeiro trimestre de 2021. A Eir opera uma rede de telefonia fixa por atacado através de sua unidade *Open Eir*, fornecendo produtos de acesso à base de cobre e fibra para uma ampla gama de empresas irlandesas de telecomunicações.
- A Vodafone testou banda larga 5G em áreas rurais, mas não está oferecendo banda larga 5G no momento. A companhia foi criada quando o grupo Vodafone comprou a estatal Eircell, braço móvel da Telecom Éireann. De acordo com o Statista[141], a companhia tinha aproximadamente 37,5% de participação de mercado móvel com base em assinaturas na Irlanda, no primeiro trimestre de 2021.
- Outros provedores de banda larga 5G na Irlanda: Imagine.ie, 5Gbroadband.ie, Tesco Mobile e OAOs.

Sobre o aspecto dos testes, atualmente os principais foram realizados pela Vodafone: (i) a empresa apresentou uma chamada de vídeo holográfica para o centro de inovação, usando a tecnologia 5G. A chamada foi realizada sobre o primeiro site de células 5G operacional, instalado na área das docas de Dublin. A rede de testes 5G utilizou equipamentos da Ericsson, bem como o espectro de 3,6 GHz; (ii) a empresa realizou uma demonstração ao vivo da tecnologia 5G pré-padrão na Irlanda. Na Galeria Douglas Hyde no Trinity College, Vodafone e Ericsson alcançaram 15 Gbps com uma latência de menos de 5 milissegundos, na demonstração usando o espectro de 3,6 GHz da operadora adquirido em 2020.

Outro componente relevante do ecossistema do país são as *startups*. A Irlanda é reconhecida pelos incentivos destinados à tecnologia. A maioria das *startups* irlandesas de tecnologia em estágio inicial fornece soluções com base em nuvem, plataforma como serviço, *software* como serviço ou infraestrutura como serviço. Nos últimos anos, *startups* de tecnologia que constroem IA, *AR/VR*, *blockchain* e *IoT* também estão ganhando força. Ao falar desses atores, entende-se que eles fomentarão o 5G no país, conforme as grandes companhias avançarem na implementação[142].

O governo ocupa o papel de apoiar as iniciativas privadas e de subsidiar parte desse avanço tecnológico do país através da redução de impostos e outros incentivos de pesquisa e desenvolvimento. Portanto, o governo apoia o 5G sem um programa específico destinado e sim através do fomento geral do ecossistema, de forma a impactar todos os atores que atuam na tecnologia.

O governo irlandês não tem programas específicos para fomentar o 5G, mas as companhias que participam do ecossistema têm alguns incentivos ao investimento em redes por meio de medidas fiscais como subsídios de capital para taxas de espectro. Além disso, os atores do ecossistema são subsidiados por diversas iniciativas a fim de incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias e patentes. O país participa das iniciativas e programas por parte da EU, assim, deve-se considerar também a seção ao fim deste relatório, que explica cada uma delas.

No entanto, ao olhar para o ecossistema de inovação como um todo, o governo oferece uma baixa taxa de imposto sobre as empresas e as *startups* têm a possibilidade de reivindicar mais tempo para pagar os tributos nos

---

[140] Participação de mercado móvel com base em assinaturas na Irlanda do primeiro trimestre de 2020 ao primeiroº trimestre de 2021, por operadora: https://www.statista.com/statistics/1196864/ireland-mobile-market-shares-by-subscriptions/

[141] Participação de mercado móvel com base em assinaturas na Irlanda do primeiro trimestre de 2020 ao primeiro trimestre de 2021, por operadora: https://www.statista.com/statistics/1196864/ireland-mobile-market-shares-by-subscriptions/

[142] A Irlanda é realmente uma nação de *startup*?: https://www.forbes.com/sites/shourjyasanyal/2018/11/27/is-ireland-really-a-startup-nation/?sh=5cd7315b4556

três primeiros anos de operação. Há também créditos fiscais de P&D de até 25%, deduções fiscais relacionadas à propriedade intelectual e o incentivo ao investimento em emprego para quem financia determinadas *startups*. Outro incentivo oferecido pelo país é a Caixa de Desenvolvimento do Conhecimento, um alívio fiscal para as empresas. Aplica-se aos rendimentos de patentes qualificadas, programas de computador e, para empresas menores, alguns outros IP certificados. Esses incentivos[143] atraem muitos empreendedores e são fundamentais para nutrir o ecossistema de *startups* da Irlanda.

Em suma, o país é reconhecido pelo seu ecossistema de fomento à inovação, um grande diferencial são os incentivos oferecidos pelo governo para os atores da tecnologia. Ao pensar no 5G, entende-se que os produtos que estão sendo desenvolvidos serão frutos desses atores. De próximos passos, o país ainda não definiu a data do leilão da frequência de 26 GHz, portanto os operadores estão trabalhando nas frequências médias. Por fim, as grandes empresas de tecnologia enxergam o 5G como um potencial-chave para alavancar o acesso à internet nas zonas rurais do país, visto que essa sempre foi uma dificuldade das outras gerações de banda larga.

[143] Incentivos fiscais da Irlanda: https://dublin.ie/invest/move-your-business/tax-incentives/

Apêndice

União Europeia

A União Europeia (UE) tem se organizado e tomado atitudes em nível do bloco desde 2013, quando lançou o 5G-PPP, um programa que aposta na parceria público privada para focar em acelerar a pesquisa e inovação do 5G. As atividades desenvolvidas são acompanhadas de um plano internacional para garantir a construção do consenso global sobre o investimento 5G. O investimento da UE também impulsionará redes e arquiteturas de internet em áreas emergentes como a comunicação máquina-a-máquina (M2M) e a Internet das Coisas (*IoT*).

A Comissão aprovou um plano de ação 5G para a Europa em 2016 para garantir a implantação antecipada da infraestrutura 5G na região. O objetivo do plano era começar a lançar serviços 5G em todos os Estados-Membros até o final de 2020. Até agosto de 2021, no entanto, há dois países que ainda não tiveram serviços comerciais lançados, Portugal e Lituânia.

Existem diversas outras iniciativas e programas da UE, sem foco exclusivo em 5G, que têm ajudado e continuam ajudando o desenvolvimento e avanço dessa tecnologia. Entre elas:

a) Horizon 2020 – 78 bilhões de euros, previsto de 2014 a 2021
Programa de financiamento europeu focado em pesquisa e inovação – entre os programas financiados pelo Horizon 2020 está o 5G-PPP, com total de 700 milhões de euros de fontes públicas, além de investimentos do setor privado;
b) Horizon Europe – 97 bilhões de euros, previsto de 2021 a 2027
Programa de financiamento europeu focado em pesquisa e inovação, sucessor do Horizon 2020;
c) Connecting Europe Facility – 30,4 bilhões de euros, previsto de 2014 a 2021
Fundo da União Europeia para investimentos em infraestrutura em projetos de transporte, energia e conexão digital que visam maior conectividade entre os Estados-Membros;
d) European Agricultural Fund for Rural Development – 95,5 bilhões de euros, previsto de 2021 a 2027
Fundo específico para desenvolvimento de áreas rurais, de acordo com a estratégia de cada Estado-Membro, o que pode incluir projetos para infraestrutura e aplicações de telecomunicações.

Por fim, outro movimento comum à UE é a GDPR[144], sinalizando uma posição frente à privacidade e segurança dos dados em um momento de desenvolvimento do serviço de nuvem – em que as informações pessoais ficam armazenadas na rede, logo, mais suscetíveis às violações que ocorrem. A regulamentação em si é detalhada e busca compreender as diversas situações de fraude de dados e, portanto, se torna complexa, especialmente às PMEs. O impacto que vem sendo absorvido pelo mercado de *software* e implementação, em torno da GDPR, é a busca pela adequação e atualização por parte das empresas, o que cria uma demanda adicional de serviços e *software*s de proteção e gerenciamento de dados.

[144] GDPR na EU: https://gdpr-info.eu/

Mercado de aplicativos móveis

O mercado de aplicativos móveis influencia diretamente o ecossistema de *softwares* e serve como uma indicação e direcionamento para entender algumas tendências de desenvolvimento de *softwares* voltados para o consumidor final.

A receita do mercado global de aplicativos móveis em 2020 foi de aproximadamente 143 bilhões de dólares. Ao analisar os países que se destacam, a China teve a maior receita de aplicativos, com 48 bilhões de dólares; os Estados Unidos ficaram em segundo lugar com 32 bilhões de dólares; o Japão teve um bom desempenho, com 20 bilhões de dólares; por fim, a Europa, com 14 bilhões de dólares. O resto do mundo gerou cerca de 29 bilhões de dólares no setor. Além da receita com aplicativos, há receitas com anúncios, que adiciona 240 bilhões de dólares nesse mercado. Somadas, representam um mercado de 383 bilhões de dólares[145].

A categoria predominante é a de aplicativos de jogos, com uma participação de 76% do mercado[146]. Nas demais classificações, fotos, vídeos e entretenimento são os mais relevantes em receita no mercado global.

Existem diversas formas de monetizar aplicativos móveis tais como anúncios, assinaturas de uso, *royalties* por dispositivo, pagamento por *download* e compras dentro dos aplicativos. Diante dessas estratégias, o modelo que traz a maior parte da receita são as compras dentro dos aplicativos (*in-app purchases*), responsáveis por cerca de 48,2% da receita total, seguidas pelo modelo de *download* pago, que corresponde a aproximadamente 37,8%. Sob a ótica do consumidor, os jogos casuais dominam os *downloads*, como Between Us, ROBLOX e My Talking Tom Friends, especialmente em celulares.

Os hábitos dos aplicativos não estão totalmente formados – a demanda por novos jogos ainda cresce globalmente, principalmente para aparelhos móveis, este que virou ferramenta de engajamento do mercado.

O mercado de aplicativos móveis deve sofrer uma grande transformação com o advento da tecnologia 5G, impulsionando o crescimento do mercado de *software*s global e criando formas de interação e geração de receita, como por exemplo com o uso de realidades virtuais e aumentadas.

[145]Mercado de aplicativos: https://www.appannie.com/en/go/state-of-mobile-2021/ e https://www.businessofapps.com/data/app-revenues/
[146]Representatividade dos aplicativos de jogos: https://www.statista.com/statistics/269024/distribution-of-the-worldwide-mobile-app-revenue-by-category/

Informações sobre o controle de capital das principais operadoras de telecomunicações dos países analisados e que já realizaram o leilão 5G

País	Operadora de telecomunicações	Controle de capital
China	China Mobile	Pública
	China Telecom	Pública
	China Unicom	Pública
	China Broadcasting Network	Pública
Coreia do Sul	SKT	Público + Privado
	KT	Público + Privado
	LG Uplus	Público + Privado
Japão	NTT Docomo	Público + Privado
	KDDI	Privado
	Rakuten	Privado
	Softbank	Privado
Estados Unidos	Verizon	Privado
	AT&T	Privado
	T-Mobile	Privado
Alemanha	Deutsche Telekom	Público + Privado
	Vodafone	Privado
	Telefónica	Privado
	1&1 Drillisch	Privado
Reino Unido	O2 (Telefónica)	Privado
	Vodafone	Privado
	EE	Privado
	Three	Privado
Suécia	Teracom group	Público
	Hi3G	Privado
	Telia	Público + Privado
	Net4Mobility	Privado
Israel	Pelephone	Privado
	Cellcom	Privado
	Golan	Privado
	Marathon	Privado
	Partner	Privado
	HOT Mobile	Privado

Glossário e notas explicativas

5G Non-Standalone (NSA): refere-se a uma opção de implantação de 5G que depende de uma rede 4G LTE existente para funções de controle.

5G Standalone (SA): refere-se ao uso de células 5G tanto para sinalização como para transferência de informações. Inclui a nova arquitetura 5G Core com funções de fatiamento de rede. Em operações novas, é implementada na montagem da rede; nas operações legadas, é construída em paralelo ao core 4G e os clientes são migrados paulatinamente para o core 5G.

Backdoor: é um método não documentado de entrada em sistemas (*software*, plataformas, dispositivos etc.) que pode ser usado de forma legítima por fabricantes para restaurar acessos. No entanto, existem ameaças cibernéticas que tentam explorar o mesmo método para dar acesso remoto a um centro de comando e controle externo ao ecossistema invadido ilegalmente, criando uma via permanente para futuras invasões.

Backhaul: é a porção de uma rede hierárquica de telecomunicações responsável por fazer a ligação entre o núcleo da rede, ou *backbone*, e as sub-redes periféricas. Por exemplo, em uma rede de telefonia celular, enquanto uma única torre de celular constitui a sub-rede local, a conexão dessa torre ao restante do mundo é feita por um *link backhaul* ao núcleo da rede da companhia telefônica.

CAGR – Taxa de Crescimento Anual Composta: taxa de crescimento anual que leva uma variável de seu valor inicial ao final em certo período, supondo haver o mesmo crescimento percentual a cada ano.

Crowdfunding – financiamento coletivo: consiste na obtenção de capital para iniciativas de interesse coletivo através da agregação de múltiplas fontes de financiamento, em geral pessoas físicas interessadas na iniciativa.

Edge computing – computação de borda: sistema formado por micro centros de processamento de dados que ficam na borda da rede, permitindo fazer o processamento dos dados de forma local e mais próxima da fonte.

eMBB – Banda larga móvel aprimorada (Enhanced Mobile Broadband): uma das três principais funções do 5G em que a rede suporta conexões estáveis com taxas de pico de dados muito altas.

Full-stack: refere-se ao desenvolvimento tanto de *front end* quanto de *back end* de uma aplicação.

Hackathons: são eventos que reúnem desenvolvedores de *software*, designers e outros profissionais relacionados à área de programação, com o intuito de criarem soluções inovadoras para algum problema específico.

Hardware-in-the-loop: é uma técnica usada no desenvolvimento e testes de sistemas embarcados.

Ideathons: são eventos da fase de criação de uma ideia, com o direcionamento para uma solução que pode resultar em projeto e planos de ação para as empresas ou instituições.

IoT – *Internet of Things,* ou Internet das Coisas: refere-se à tecnologia que permite objetos inanimados a se conectarem à internet e se comunicarem mutuamente, armazenando dados e informações e executando funções.

LTE – Evolução de Longo Prazo (*Long Term Evolution*): um termo usado para o tipo particular de 4G que proporciona a experiência de internet móvel mais rápida.

LTE-m – Evolução de Longo Prazo para Máquinas (*Long Term Evolution – Machine Type Communication*): uma tecnologia de área ampla de baixa potência que suporta *IoT* através de menor complexidade de dispositivos e fornece cobertura estendida, enquanto permite a reutilização da base instalada do LTE. Isto permite uma vida útil da bateria para uma ampla gama de casos de uso, com os custos do modem reduzidos.

Machine Learning – aprendizado de máquina: método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. É um ramo da inteligência artificial baseado na ideia de que sistemas podem aprender com dados, identificar padrões e tomar decisões com o mínimo de intervenção humana.

Mid-band – Banda média: o espectro nas frequências de 1 GHz – 6 GHz de faixa média, considerado ideal para 5G em áreas extensas com média demanda de dados. Utilizado como cobertura de base de centros urbanos.

mMTC – Comunicação em massa do tipo máquina (*Massive Machine-Type Communication*): uma das três principais funções do 5G em que a rede suporta muitos dispositivos conectados, que são apenas ativados esporadicamente e necessitam enviar pequenos pacotes de dados.

mmWave – Ondas milimétricas (*millimeter wave*): são ondas eletromagnéticas (rádio) tipicamente definidas para se situarem dentro da faixa de frequência de 30-300 GHz. Utilizado em áreas com grande adensamento urbano e necessidade intensiva de tráfego de dados.

NB-IoT – *Narrow Band IoT*, ou Banda Estreita para Internet das Coisas: conjunto de tecnologias que permite conectar dispositivos provendo uma rede de grande alcance e com baixo consumo de energia para dispositivos de *IoT.*

Network slicing – Fatiamento de rede: uso da virtualização da rede para dividir uma única conexão de rede em múltiplas conexões virtuais distintas que fornecem diferentes quantidades de recursos para diferentes tipos de tráfego.

Open RAN: Rede de Acesso Rádio (*RAN*), refere-se aos padrões usados para criar interfaces internas mais abertas e definir uma arquitetura para desagregação, virtualização e automação, com o objetivo de introduzir novas capacidades e ajudar a integrar novos fornecedores na cadeia de fornecimento. A tecnologia *RAN* atual é fornecida como uma plataforma integrada de *hardware* e *software*. A ambição da *Open RAN* é criar uma solução RAN multifornecedor que permita a separação – ou desagregação – entre *hardware* e *software* com interfaces abertas e virtualização, *software* de hospedagem que controla e atualiza as redes na nuvem.

Testbed – Plataforma de testes: plataforma para a condução rigorosa, transparente e replicável dos testes de teorias científicas, ferramentas computacionais e novas tecnologias.

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação: todos os dispositivos, componentes de rede, aplicações e sistemas que, combinados, permitem que pessoas e organizações (empresas, agências sem fins lucrativos, governos) interajam no mundo digital.

URLLC – Comunicação de baixa latência extremamente confiável (*Ultra-Reliable Low Latency Communication*): uma das três principais funções do 5G em que a rede suporta transmissões de baixa latência de pequenos pacotes com confiabilidade muito alta a partir de um conjunto limitado de terminais, os quais são ativados de acordo com os padrões normalmente especificados por eventos externos, como por exemplo alarmes.